A Text-book of Physics. Pt. III.
(Light.)

by

S. G. STARLING. & J. DUNCAN.

طبیعیات حصۂ سوم (نور)

ترجمہ

مولوی محمد عبدالرحمن خان، بی ایس سی۔، اے۔ آر سی۔
ایف۔ پی۔ ایس ایل۔، ایف۔ آر۔ اے۔ ایس۔

سلسلۂ مطبوعات جامعۂ عثمانیہ

طبیعیات

نور

بر بناء ٹکسٹ بک آف فزکس
(برائے طلباء انجینیرنگ و سائنس)
مصنفۂ جے۔ ڈنکن و ایس۔ جی۔ سٹارلنگ
برائے جماعت بی۔ اے

از
مولوی محمد عبد الرحمن خانصاحب بی۔ ایس۔ سی (آنرز) لندن
سوشیئٹ آف دی رائل کالج آف سائنس (لندن) فیلو آف دی فزیکل سوسائٹی آف لندن
پروفیسر فزکس (طبیعیات) نظام کالج

۱۳۴۰ھ م ۱۳۳۱ ف م ۱۹۲۱ء
مطبوعہ دار الطبع سرکار عالی حیدرآباد دکن

یہہ کتاب مسٹرز میکملن اینڈ کمپنی کی اجازت سے
اُردو میں ترجمہ کرکے طبع و شایع کی گئی ہے -

نور

تمہید منجانب مترجم

اس کتاب میں ڈنکن اور سٹارلنگ کی ٹکسٹ بک آف فزکس کے حصہ سوم کے جملہ مضامین متعلق "نور" موجود ہیں۔ اکثر جگہ اصل کتاب سے طرز بیان جُدا ہے لیکن مضامین کی ترتیب بعینہ اصل کتاب کی ترتیب ہے۔ بعض بعض جگہ مترجم کو اپنی طرف سے ضروری باتیں اضافہ کرنا پڑا ہے تاکہ مضمون کی تکمیل ہوجائے۔ کتاب کا بیشتر حصہ ہندسی مناظر کے مسائل اور ان کی تجربی تحقیق پر مشتمل ہے لیکن اس میں خوبی یہ ہے کہ بعض جدید ترین تحقیقات اور معلومات بھی عام فہم طریقہ پر بیان کئے گئے ہیں۔ اس لحاظ سے یہ کتاب اسی پایہ کی اور دوسری کتابوں کی بہ نسبت بہت زیادہ دلچسپ ہے۔ البتہ اس میں طبعی مناظر کے مسائل بہت اختصار کے ساتھ بیان ہوئے ہیں۔ صرف نویں باب میں تقطیب نور کا ذکر آیا ہے اور وہ بھی نامکمل ہے۔ نور کی موجی حرکت کا نظریہ اور اس کے متعلقہ مفروضات و مشاہدات وغیرہ کا اس میں کچھ بھی ذکر نہیں ہے۔ بدیں وجہ مترجم نے خاص اس طبعی مناظر کے شعبہ پر اپنی طرف سے ایک علٰحدہ کتاب تالیف کی ہے جو امید ہے کہ عنقریب طبع ہوجائیگی۔

محمد عبدالرحمن خاں

فہرست مضامین

نور

بسم اللہ الرحمٰن الرحیم

نور

پہلا باب

نور کی اشاعت

اشعاع - حرارت کی کتاب میں بیان ہوا ہے کہ تمام سطحوں سے اشعاع ممکن ہے - فرض کرو کسی جسم کی تپش میں بتدریج اضافہ کیا جاتا ہے، جوں جوں سطح کی تپش بلند ہوتی جائیگی نہ صرف اُس کا مجموعی اشعاع بڑھتا جائیگا بلکہ اس کی کیفیت میں بھی تبدیلی پیدا ہوتی جائیگی - اگرچہ طالب علم کی موجودہ معلومات کے لحاظ سے اشعاع کی کیفیت کی تبدیلی کے متعلق زیادہ صراحت سے بحث نہیں کی جاسکتی، تاہم دیکھنے سے خود معلوم ہوجاتا ہے کہ کیفیت میں ضرور کسی قسم کا تغیّر پیدا ہوتا ہے -

ایک لوہے کا گولا جب بالکل اندھیرے کمرے میں ہوتا ہے تو دکھائی نہیں دیتا - لیکن جب اس کو گرم کرکے اُس کی

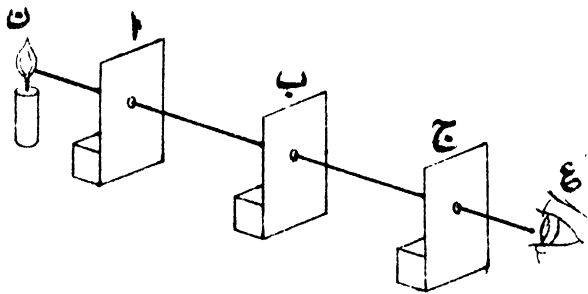
تپش بڑہائی جاتی ہے تو وہ بتدریج منور ہوتا ہے پہلے مدہم سرخ نظر آتا ہے۔ اس سے زیادہ تپش پر تیز سرخ نظر آتا ہے۔ باآلاخر جب اُس کی تپش بہت بلند ہوتی ہے تو وہ سفید نظر آنے لگتا ہے۔ ایسی حالت میں کہا جاتا ہے کہ وہ "سفید گرم" ہو گیا۔

یہ گرم لوہا نور کا ایک مبداء ہے۔ نور کے اور مبداؤں میں سُلگھی ہوئی موم بتّی، برقی لمپ، قوسی لمپ وغیرہ ہیں۔ ان سبھوں سے نور کا اشعاع محض کسی شئے کی بلند تپش کی وجہ سے ہوتا ہے۔ اس نور کی کیفیت اسکے مبدا کی تپش کے تابع ہوتی ہے، لیکن سردست ہم کو اس سے بحث کرنے کی ضرورت نہیں۔ یہاں صرف نور کی اشاعت کے قواعد بیان کئے جائینگے۔ نور کے علم کو انگریزی میں اوپٹکس بھی کہتے ہیں یعنے علم المناظر۔

خطوط مستقیم میں اشاعت۔ نور کا خطوط مستقیم میں آگے کو بڑہنا ایک اساسی کلیّہ ہے جس کے بغیر کسی چیز کا دکھائی دینا بھی ممکن نہیں۔ اگر نور خطوط مستقیم میں نہ پھیلتا تو ہمیں صرف روشنی یا تاریکی کا علم ہوتا۔ کوئی چیز محدود یا کسی خاص شکل یا وضع کی معلوم نہ ہوتی۔ گویا بینائی کا احساس سماعت کے مماثل ہوتا۔ ذیل میں ایک آسان تجربہ سے نور کی خطوطِ مستقیم میں، اشاعت ثابت کی جاتی ہے۔

تجربہ (۱) نور کی اشاعت خطوطِ مستقیم میں۔

ایک موم بتّی یا نور کا کوئی اور مبداء مقوے کے بنے ہوئے ایک پردے (۲) کے پیچھے رکھو، جس میں ایک چھوٹا سا سوراخ ہو

شکل (۱) - (۱) کے سامنے اُسکے مشابہ پردوں (ب) اور (ج) کو اس طرح ترتیب دو کہ جب آنکھ (ع) کے پاس واقع ہوتی ہے تو اس کو مبداء نور (ن) نظر آتا ہے - ایسی صورت میں

شکل (۱)

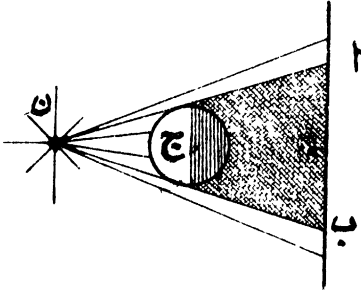
خطوط مستقیم میں نور کی اشاعت ثابت کرنیکے لئے تجربہ -

معلوم ہوگا کہ (ن) اور ع ایک خط مستقیم پر واقع ہیں - اگر ان پردوں سے کوئی بھی پردہ [illegible] شمع سے خفیف سا اس طور پر ہٹایا جائے کہ پردوں کے سب سوراخ ایک خط پر واقع نہ ہوں تو آنکھ کو ع پر رکھ کر دیکھنے سے مبداء نور نظر نہ آسکیگا - فی الحقیقت سوراخوں کا ایک خط مستقیم پر واقع ہونا یا نہ ہونا آزمانے کے لئے اس سے بہتر کوئی طریقہ نہیں ہوسکتا کہ اُن سبھوں میں سے نور کی روانگی کا امتحان کیا جائے اور معلوم کیا جائے کہ آیا اُن کے توسط سے دکھائی دے سکتا ہے یا نہیں -

نور کی شعاع اور پنسل - نور ایک موجی حرکت ہے

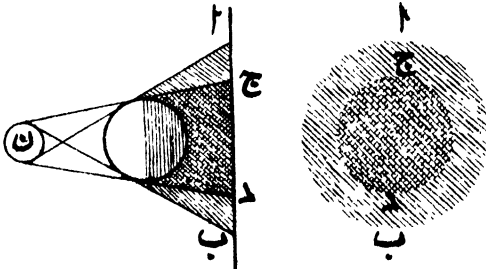
جو مبداء سے شروع ہو کر شفاف واسطہ میں سے گزرتی ہے۔ اِس موجی حرکت کی روانگی کی سمت میں اگر ایک خط کھینچا جائے تو شعاع کہلائیگا۔

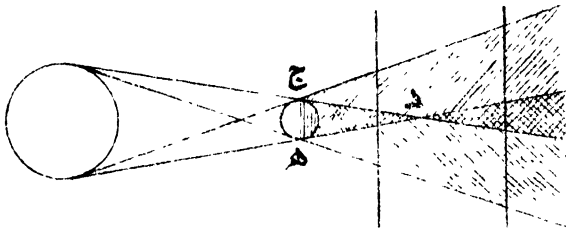
پس واضح ہے کہ شعاع کی کوئی اصلیت نہیں، صرف ایک مُفید اصطلاح ہے۔ اِس لئے کہ اگر موج کو قطع کرکے ایک نہایت ہی تنگ راستہ میں محدود کردیا جائے تو موجی حرکت کی خاصیت ہے کہ ایسی حالت میں موج کوئی خاص اور واحد سمت اختیار کرنے سے قاصر رہتی ہے۔ اور ہرطرف پھیل جاتی ہے۔ بلا تبدیلی شکل موجوں کی اشاعت اُسی وقت ہوتی ہے جبکہ وسیع مقدار میں ہوتی ہے۔ ایسی معتدبہ مقدار کی موج کو جب وہ نور سے متعلق ہوتی ہے نُور کی پنسل کہتے ہیں جب کسی پنسل کی شعاعیں متوازی ہوتی ہیں تو اُس کو متوازی پنسل کہتے ہیں مثلاً شکل (۴۵) کی پنسل ق ۲۔ جب شعاعیں ایک دوسرے سے قریب تر ہوتی جاتی ہیں تو مستدق پنسل کہلاتی ہے، مثلاً شکل (۵۰)، اور جب وہ ایک دوسرے سے بعید تر ہوتی جاتی ہیں موسع پنسل، مثلاً شکل (۵۱)۔

سایہ یا پرچھائیں۔ نُور کی اشاعت خطوط مستقیم میں ہونے سے سب سے عام واضح بات جو محسوس ہوتی ہے سایہ کی پیدائش ہے۔ چنانچہ واضح سایوں کی پیدائش ہی کو، نُور

کی خطوط مستقیم میں
اشاعت ہونے
کی دلیل تصور
کرسکتے ہیں مثلاً
ایک بہت چھوٹے
جسم کے نور کے
مبداء (ن) سے
شکل (۲) والے
پردے کے تمام
حصوں پر جو ا

شکل (۲)
ایک نقطہ کی شکل کے مبداء نور سے پیدا ہونے والا ظل

کے اوپر اور ب کے نیچے ہوں تنویر ہوگی۔ لیکن ا اور ب کے درمیان ظل محض پایا جائیگا اس لئے کہ (ن) کی روشنی غیر شفاف جسم (ج) سے رک جاتی ہے۔ ظل کے حدود ا ب بہت واضح ہیں اور انکی شکل اس غیر شفاف جسم کے ڈہلے نیچے کی سی ہوتی ہے جبکہ وہ مقام (ن) سے دیکھا جاتا ہے۔

عملی طور پر نور کا مبداء محض ایک نقطہ نہیں ہوتا پس ظل کے حدود بالکلیہ واضح نہیں ہوتے۔ شکل (۳) میں پردے کے

شکل (۳)

اُن حصّوں پر جو ا اور ب سے متجاوز ہیں نور کا پورا اثر پڑتا ہے
ج اور د کے مابین کچھ بھی نور نہیں پڑتا اِس لئے وہاں ظلِ
محض پایا جاتا ہے۔ لیکن ج اور ا کے درمیان اور د اور
ب کے درمیان ظلِ منسوب ہے، جو (ج) سے (ا) تک
اور (د) سے (ب) تک بتدریج گھٹ کر صفر ہو جاتا ہے۔
ایک تیسری صورت یہ ہے کہ مبداء نور بہ نسبت غیر
شفاف جسم کے جو ظل پیدا کرتا ہے بڑا ہو۔ شکل (۴)۔

شکل (۴)

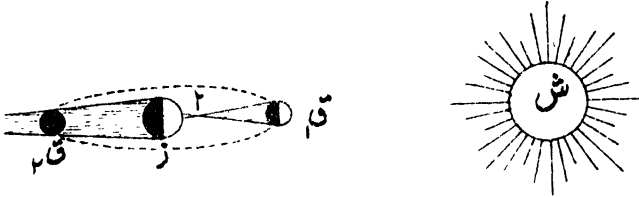
غیر شفاف جسم سے بڑے حجم کے مبداء نور سے سایہ کی پیدائش

ایسی صورت میں کامل سایہ یعنے ظلِ محض ایک مخروط ج د ھ
کی شکل میں ہوتا ہے۔ اگر ایک پردہ (۲) کے پاس رکھا جائے
تو اُس پر ظلِ محض کا ایک چھوٹا دائرہ دکھائی دے گا اور اُس کے
گرد ایک نیم سایہ یعنے ظلِ منسوب کا بڑا دائرہ ہوگا۔ لیکن اگر پردہ
(ب) کے پاس رکھا جائے تو وہیں بھی ظلِ محض نہ پایا جائیگا۔
منتشر سا نیم سایہ دکھائی دے گا۔

تجربہ (۳) سایوں کی پیدائش۔ پٹھے یا مقوّے

کے ایک تاؤ میں ۱۰ سم قطر کا ایک سوراخ کرو اور سوراخ کو تیل میں بھگوئے ہوئے کاغذ سے ڈھانپ دو۔ اِس کے پیچھے ایک روشن ترین مبداء نور جو مہیا ہوسکے کھڑا کرو۔ تاؤ کے سامنے ایک ۲۰ سم قطر کے دائرے کی شکل کا مقوّے رکھ دو اور قریب کی کسی دیوار پر ان کے جو ظل پڑتے ہیں ان کو معائنہ کرو۔ پھر بجائے ۲۰ سم قطر کے دائرے کے ایک ۵ سم قطر والا دائرہ رکھ دو اور دیکھو کہ جب پردہ (ا) کے پاس (شکل ۴ کی طرح) واقع ہوتا ہے تو سایہ بیچ میں تاریک اور اطراف میں نیم تاریک سا پڑتا ہے۔ جب (ب) کے پاس ہوتا ہے تو یہ امتیاز باقی نہیں رہتا، ایک منتشر سی تاریکی نظر آتی ہے۔

کسوف وخسوف ۔ہئیت میں کسوف وخسوف سائے کی نالیں ہیں جو عظیم الشان پیمانہ پر دکھائی دیتی ہیں۔ بعض اوقات ماہ نو کی تاریخوں میں ماہتاب آفتاب اور زمین کے بیچ میں آجاتا ہے جس سے ماہتاب کا سایہ زمین پر پڑتا ہے اور آفتاب بالکل یا بالجزو چھپ جاتا ہے۔ اِس کو کسوف آفتاب کہتے ہیں۔ شکل (۵) میں زمین (ذ) کا کوئی مقام ماہتاب (ق) کے سایہ میں واقع ہے۔ یہاں آفتاب (ش) کا کسوف دکھائی دیگا۔ چونکہ ماہتاب اور آفتاب دونوں کے فاصلے زمین سے بدلتے رہتے ہیں ماہتاب کا ظاہری قطر (یعنے وہ زاویہ جو اُسکے قطر کے سروں کو زمین پر ملانے سے بنتا ہے) ۲۸ دقیقہ ۴۸ ثانیہ اور ۳۳ دقیقہ ۲۲ ثانیہ کے مابین بدلتا رہتا ہے اور آفتاب کا ظاہری قطر ۳۱َ ۳۲ً اور ۳۲َ ۳۶ً کے مابین۔ اِس وجہ سے ہم کو ماہتاب کبھی آفتاب سے (بظاہر) بڑا دکھائی دیتا ہے اور کبھی چھوٹا۔ اگر کسوف کے وقت چاند کا ظاہری قطر سورج کے

ظاہری قطر سے بڑا ہو تو کسوف کامل ہوگا۔اور اگر چاند کا ظاہری قطر

شکل (۵)

کسوف وخسوف

سورج کے ظاہری قطر سے چھوٹا ہو تو سورج کا قرص پورا چھپ نہیں جاتا ہے۔ اطراف کا حاشیہ نمایاں رہتا ہے اسلئے یہ کسوف حلقہ نما ہوگا۔

جب زمین، چاند اور سورج تینوں ٹھیک ایک خطِ مستقیم پر نہیں ہوتے ہیں تو ناقص کسوف ممکن ہے۔ بعض اوقات، بدر یعنے پورے چاند کی تاریخوں میں، چاند (ق۲) زمین کے سایہ میں سے گزرتا ہے جس سے چاند گہن یا خسوف ماہتاب نظر آتا ہے۔ شکل (۵) محض سہولت تفہیم کی غرض سے کھینچی گئی ہے۔ چاند سورج کی اضافی جسامتوں اور فاصلوں کا خیال نہیں کیا گیا ہے۔

تقابلہ۔ اگر کسی پردے میں ایک باریک سوراخ کر کے ایک مبداء نور کے سامنے رکھا جائے تو نور کی اشاعت

خطوط مستقیم میں ہونے کی وجہ سے، وہی صورت پیش آتی ہے جو سایہ کی پیدائش میں ہوتی ہے، صرف تاریکی روشنی سے بدلجاتی ہے - فرض کرو. شکل (۶) میں (ج) ثقبہ ہے اور ا ب ایک روشن موم بتی اُس کے سامنے رکھی گئی ہے - موم بتی کے مختلف مقاموں سے نور کی تنگ پنسلیں (یعنے شعاعیں) ثقبہ میں سے ہوکر پردے پر پڑینگی اور ان سب کا

شکل (۶)
تقابلہ

مجموعہ پردہ پر موم بتی ا ب کی شبیہ ا' ب' بنائیگا - ا' ب' شخص ا ب کا خیال کہلاتا ہے - پردے پر خیال صرف اُنہی صورتوں میں صاف اور واضح بنتا ہے جبکہ ثقبہ تنگ ہوتا ہے - اسلیئے کہ شخص کے ہر ایک مقام سے نور کی باریک پنسلیں ثقبہ میں سے ہو آئینگی اور پردے پر پہنچکر بھی پنسل باریک رہیگی - گویا شخص کے کسی نقطہ کا خیال نقطہ ہی بنیگا - بدیں وجہ خیال صاف اور واضح ہوگا - اگر اس کے برعکس، سوراخ وسیع ہوتو پردے کے ایک مقام پر شخص کے متعدد مقاموں سے نور کی شعاعیں پہنچینگی اِس لیئے خیال کی وضاحت بہت گھٹ جائیگی اگرچہ بہ نسبت پیشتر کے خیال زیادہ روشن نظر آئیگا - ایک اور اہم

بات اس خیال کے متعلق یاد رکھنے کی یہ ہے کہ خیال ہمیشہ معکوس اترتا ہے اس لئے کہ شخص کے ہر مقام سے آنے والی شعاعیں سب کی سب (ج) کے پاس متقاطع ہوتی ہیں۔ ہندسہ کے قواعد سے یہ بھی ماخوذ ہوتا ہے کہ خیال کا قد ثقبہ کے فاصلہ کے (یعنے اُس کے اور ثقبہ کے درمیانی فاصلے کے) متناسب ہے۔ اگر پردہ آ ب کو ہٹا کر ثقبہ کے قریب تر لیجائیں تو خیال پہلے سے چھوٹا اور زیادہ روشن ہوگا، لیکن ساتھ ہی، مختلف مقاموں سے آنے والی شعاعوں کا انطباق بڑھ جانے سے، خیال کی وضاحت گھٹ جائیگی۔

تجربہ (۳) ثقبالہ (یا ثقبہ دار کمرہ)۔ ایک معمولی مقوے کا ڈبہ لو۔ ایک طرف کا مقوے نکال کر اس کے عوض تیل میں بھگویا ہوا ایک کاغذ، یا گراونڈ گلاس (گھس کر نیم شفاف کیا ہوا شیشہ) چڑھا دو۔ اس کے مقابل کے مقوے کے بیچ میں ایک ثقبہ، الپن چبھوکر، بنادو۔ اب اگر ثقبہ کا منہ کمرے کے روشندان کی طرف کرو گے تو روشندان اور اس کے باہر کی تمام منور چیزوں کا معکوس خیال نیم شفاف کاغذ یا شیشہ پر دکھائی دیگا۔

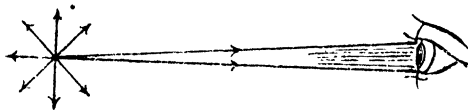
شفاف، غیر شفاف اور نیم شفاف

اجسام۔ اس سے قبل ہماری تحریر میں "شفاف" اور "نیم شفاف" کے الفاظ آچکے ہیں۔ ان کا صحیح مفہوم کیا ہے یہاں بیان ہوگا۔ شفاف جسم سے مراد ایک ایسا جسم

ہے جس کے اندر سے نُور کی اشاعت خطوطِ مستقیم میں ہوتی ہے۔ غیر شفاف جسم میں سے نُور کی اشاعت ہی نہیں ہوتی۔ حقیقت میں یہ خواص اضافی ہیں اِس لئے کہ شیشہ جیسا شفاف جسم بھی جب کافی موٹا ہوتا ہے تھوڑا نُور جذب کرلیتا ہے۔ اور معدنی پتھر وغیرہ جب کافی پتلے ورق کی شکل میں ہوتے ہیں اِن میں سے چیزیں آر پار نظر آتی ہیں۔ ایک روشن چیز کو پہلے خالی آنکھ سے دیکھ کر بعد میں معمولی شیشے کی ایک تختی میں سے دیکھا جائے تو فوراً محسوس ہوجائیگا کہ روشنی معتدبہ کم ہوگئی۔ معہذا روشنی کا رنگ بھی آسمانی مائل سبز ہوگیا۔ بس اِس سے واضح ہے کہ اگر شیشہ کافی موٹا ہو تو تقریباً تمام روشنی، اُس میں سے گزرتے ہوئے، جذب ہوجائیگی۔ سونے کو کُوٹ کر اِس قدر پتلے ورق بنا سکتے ہیں کہ اِن میں سے روشنی پار ہوجاتی ہے۔ معمولی یعنے سفید رنگ کی روشنی جب اِن پر پڑتی ہے تو صرف سبز رنگ کی روشنی پار ہوتی ہے اور زرد رنگ کی روشنی منعکس ہوتی ہے۔

بعض ایسے بھی اجسام ہیں جن میں سے روشنی پار تو ہوتی ہے مگر خطوط مستقیم میں نہیں۔ جیسے تیل لگا ہوا کاغذ غیر مجلاّ یعنے گھسا ہوا شیشہ وغیرہ۔ ان کو نیم شفاف کہتے ہیں۔ اِن میں سے گزرتے ہوئے روشنی اِدھر اُدھر پھیل جاتی ہے ایسی چیزوں کے جب پردے بناتے ہیں تو اُن پر نور کے مبداؤں کے 'خیال' صاف دکھائی دیتے ہیں۔ کسی خاص سمت میں اگر نور کا ارسال مقصود نہ ہو بلکہ چاروں طرف اُس کو منتشر کرنا چاہتے ہیں تو لمپ کے غلاف غیر مجلاّ یا نیم شفاف

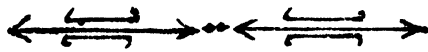
شیشے کے بناتے ہیں تاکہ نور اُن میں سے گزرتے ہوئے بخوبی پھیل جائے۔

بینائی ۔اِس موقعہ پر بینائی کی صرف اُس کیفیت کا ذکر ہوگا جو آنکھ کے باہر پیش آتی ہے۔ایک منور نقطہ سے نکلکر جب نور آنکھ میں داخل ہوتا ہے تو نقطہ ایک موسع پنسل یا شعاعوں کے مخروط کا راس ہوتا ہے اور آنکھ کی پُتلی اس مخروط کا قاعدہ ہوتی ہے۔ایسی صورت میں دیکھنے والے کو

شکل (۷)
بینائی کی توضیح

مخروط کے سرے پر ایک منوّر نقطہ نظر آتا ہے۔شکل (۷)۔ مبداء نُور اگر وسیع ہو تو اُس کے ہر ایک نقطہ سے نور کی شعاعوں کے مخروط آنکھ میں داخل ہونگے اِس لیئے آنکھ کو ایک دوسرے سے متصّل، منوّر نقطوں کے مجموعہ کا احساس ہوگا اور سارا منوّر جسم دکھائی دیگا۔

جو چیزیں بذاتِ خود منوّر نہیں ہوتیں اُس وقت تک دکھائی نہیں دیتیں جب تک اور چیزوں کا نُور ان پر پڑکر منتشر نہ ہو۔نور پڑنے کے بعد اُن کا ہر ایک نقطہ مبداء نور بن جاتا ہے۔نور کی پنسل خود تو مرئی نہیں ہوتی لیکن مادّی چیزوں کو مرئی بنا سکتی ہے۔چنانچہ آفتاب، کی کرنیں

صرف اُس وقت نظر آتی ہیں جبکہ گرد وغیرہ کے کچھ ذرّے
اُن کی راہ میں آجاتے ہیں۔ فی الحقیقت گرد کے ذرّے دکھائی
دیتے ہیں نہ کہ نور کی شعاعیں۔

پہلے باب کی مشقیں

(۱)۔ مثالیں دیکر سمجھاؤ تم کس بنا پر سمجھتے ہو کہ روشنی کی
اشاعت خطوطِ مستقیم میں ہوتی ہے۔

(۲)۔ کاغذ کا ایک مربع ٹکڑا ایک برقی لمپ اور ایک دیوار
کے ٹھیک بیچ میں دیوار کے متوازی اگر رکھا جائے تو
شکل کھینچ کر بتاؤ، کیسا سایہ پڑیگا۔

(۳)۔ کسوف شمس اور خسوف قمر کس طرح واقع ہوتے ہیں
اِن کی توجیہہ کرو۔ کسوف شمس کی کیا قسمیں ہیں
اور وہ کن حالتوں میں نظر آتے ہیں؟

(۴)۔ اگر آفتاب کا قطر چاند کے قطر کا ۴۰۰ گنا ہو، اور
آفتاب کا فاصلہ زمین سے ۹۳،۰۰۰،۰۰۰ میل ہو
دریافت کرو آیا آفتاب کا کسوف کامل ہوگا یا حلقہ نما،
جبکہ چاند زمین کے مشاہدے کے مقام سے ۲۳۸،۰۰۰
میل پر واقع ہو۔ فرض کرو کہ زمین، چاند اور آفتاب
تینوں کے مرکز ایک ہی خطِ مستقیم میں ہیں۔

(۵)۔ ثقبالہ (یعنے ثقبہ دار کمرہ) کیسا ہوتا ہے بیان کرو۔
ایک شخص ۶ فٹ اونچا ثقبہ سے ۱۵ فٹ پر کھڑا ہو تو

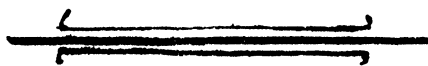
ثقبالہ میں اُس کے خیال کا قد کیا ہوگا اگر ثقبہ اور پردے میں ۶ ½ انچ فاصلہ ہو۔

(۶) - ایک پردے کے ثقبہ سے ایک موم بتی کا ۲ سم اونچا شعلہ ۱۵ سم دور واقع ہے۔ ایک دوسرا پردہ ثقبہ سے بالترتیب ۲۵ سم اور ۸۰ سم فاصلہ پر رکھا جاتا ہے بتاؤ اس پر کس قد کا خیال بنیگا۔

(۷) - ثقبے سے جو خیال بنتے ہیں ان کی روشنی اور وضاحت پردے اور ثقبے کے درمیانی فاصلہ کے کس طرح تابع ہوتی ہیں؟

(۸) - ۴ سم قطر کا ایک قرص ۹ سم قطر کے ایک منوّر قرص سے ۷ سم پر اُس کے متوازی رکھا گیا ہے شکل کھینچکر دریافت کرو ظلِ محض کے مخروط کا طول کیا ہے۔

(۹) - ثقبہ دار کمرے (ثقبالے) میں خیال کیونکر بنتے ہیں تفصیل سے بیان کرو۔ (ا) ثقبہ کی شکل (ب) اُسکی وسعت تبدیل کرنے سے بتاؤ خیال پر کیا اثر پڑتا ہے۔

(۱۰) - ایک چھوٹی دائری شکل کی چیز ایک بڑے منوّر کُرے کے قریب رکھی جاتی ہے۔ جب ایک پردے کو دور سے ہٹاتے ہوئے اس چھوٹی چیز کے پاس لاتے ہیں تو بتاؤ اُس پر اِس چیز کا جو سایہ پڑتا ہے اُس میں کیا تغیّر تبدل نظر آئیگا۔

دوسرا باب

تنویر اور ضیا پیمائی

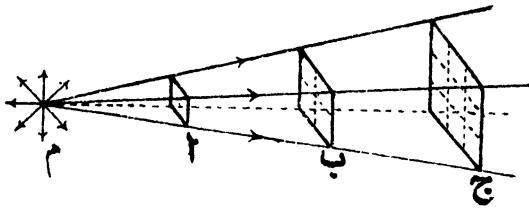
تنویر کا احساس - ہر شخص کو اس کا احساس ہے کہ مختلف مقاموں اور اوقات میں روشنی مختلف ہوتی ہے، لیکن وہ یہ نہیں بتا سکتا کہ ان میں باہمی عددی نسبت کیا ہے یعنے ایک روشنی دوسری سے کسقدر کم یا زیادہ ہے - اِس کے کئی وجوہ ہیں - اول تو آنکھ صرف کیفی اندازے کر سکتی ہے کمّی اندازے کرنے کے قابل نہیں - دوسرے وہ آپ سے آپ اپنے تئیں مختلف حدّت کی روشنیوں کو قبول کرنے کے لئے حسب ضرورت ٹھیک کرلیتی ہے - جب حدّت کم ہوتی ہے تو زیادہ نُور اخذ کرنے کی غرض سے پتلی پھیل جاتی ہے، اور زائد حدّت کی صورت میں کم نور کی ضرورت ہوتی ہے، اِس لئے پتلی چھوٹی ہوجاتی ہے - بدینوجوہ تنویر کی پیمائش کے لئے دوسرے ذرائع اختراع کرنے ہوتے ہیں - پہلے چند ابتدائی تعریفات اور کلیّوں پر غور کیا جاتا ہے -

نور کی حدّت - کسی سطح کی تنویر کی حدّت سے مراد

وہ نور ہے جو اُس سطح کے اِکائی رقبہ پر فی ثانیہ عمود وار پڑتا ہے۔ اِس مقدار کو مطلقاً ناپنے کا کوئی ذریعہ نہیں ہے۔ اسلئے کہ جیسا قبل ازیں بیان ہوچکا ہے، آنکھ اُس کے لئے ناکافی ہے۔ معہذا اگر اشعاع کی ساری توانائی ناپی جائے تو اُس سے تنویر کا پتہ نہ چلیگا کیونکہ آنکھ کو صرف نور کا اشعاع محسوس ہوتا ہے دوسرے اشعاع کا احساس نہیں ہے۔ باوجود اس کے تنویر کی حدّت ایک ایسی مفید چیز ہے جو وہم میں آسکتی ہے۔ اور ایک تنویر کی حدّت کا دوسری کے ساتھ کئی طریقوں سے مقابلہ ہوسکتا ہے۔

عکسی مربعوں کا کلیہ۔ ہر کسی کو اس کا تجربہ ہے کہ مبداء نور سے زیادہ فاصلہ پر، تنویر کی حدّت، بہ نسبت کم فاصلہ کے، گھٹی ہوئی ہوتی ہے۔ فاصلہ کے لحاظ سے حدّت کے اس گھٹاؤ کی شرح اشعاع نور کی استقامت سے ماخوذ ہوتی ہے۔

شکل (۸) میں فرض کرو (م) ایک مبداءِ نور ہے۔ چونکہ (م) سے شعاعیں چاروں طرف جاتی ہیں، (۲) پر اگر ایک چھوٹا غیر شفاف پردہ رکھا جائے تو اُس کے طرف جانیوالی نور کی اشاعت رک جائیگی اور اُن کا سایہ پڑیگا۔ مختلف فاصلوں پر اس سایہ کی وسعت مختلف ہوگی۔ اگر (ب) پر ایک دوسرا پردہ رکھا جائے جس کا رقبہ سایہ کے اُس مقام پر کے رقبہ کے ٹھیک مساوی ہو اور (۲) پر کا پردہ نکال لیا جائے تو جتنا نور پہلے (۲) پر پڑتا تھا اب اتنا ہی (ب) پر پڑیگا۔ اگر فاصلہ م ب فاصلہ م ۲ کے دوچند ہو تو ہندسہ کے قواعد سے واضح ہے کہ پردہ (ب) کا رقبہ پردہ (۲) کے

رقبہ کا چہار چند ہوگا۔ پس (ب) پر تنویر کی حدّت (۲) پر کی تنویر کی حدّت کا چوتھائی حصہ ہوگی، اس لیئے کہ پہلے ایک رقبہ پر جو نور پڑتا تھا اب وہی نور اُس کے چہار چند رقبہ پہ پڑتا ہے۔ اسی طرح اگر فاصلہ م ج فاصلہ م آ کا سہ چند ہو تو (ج ا پر تنویر کی حدّت (۲) کے تنویر کی حدّت کا نواں حصہ

شکل (۸)
عکسی مربعوں کے کلیئے کی توضیح

ہوگی۔ شکل کے معاینہ سے ظاہر ہے کہ پردوں کے کناروں کو نور کے جو خطوط چھوتے ہوئے جاتے ہیں پردے اُن سے ملکر اہرام کی سی شکلیں بناتے ہیں جن کی تراشیں (پردوں کے متوازی)، م سے اُن کے فاصلوں کے مربعوں کی متناسب ہیں۔ اس لیئے ان پر فی اکائی رقبہ جو نور پڑتا ہے ان کے فاصلہ کے مربع سے عکسی نسبت رکھتا ہے

پس جب مبداء نور ایک نقطہ ہوتا ہے اُس کی تنویر کی حدّت کسی مقام پر، مبداء سے اُس کے فاصلے کے مربع کے عکس کے لحاظ سے بدلتی ہے۔ اگرچہ نور کے معمولی مبداء محض ایک نقطہ نہیں ہوتے

(بلکہ معتدبہ طول و عرض رکھتے ہیں) تاہم ان کے فاصلے کافی بڑے ہوتے ہیں تو ان کو نسبتاً نقطہ ہی تصوّر کرسکتے ہیں۔

تجربہ (۴) عکسی مربعوں کا کلیّہ۔ مقوّے کے تین مربعے بالترتیب ۵، ۱۰ اور ۱۵ سم لمبے کناروں کے کاٹ لو۔ ان میں سے سب سے چھوٹے مربّع کو ایک موم بتّی کے شعلے سے کچھ فاصلہ پر کھڑا کرو اور باقی دو کو ایک دوسرے کے سامنے اِس وضع و ترتیب میں کھڑا کرو کہ پہلے مربع کا سایہ اِن پر ٹھیک اُتر آئے۔ اب شعلہ سے ان کے فاصلوں کو ناپوگے تو معلوم ہوگا اِن میں ۱ : ۲ : ۳ : کی نسبتیں ہیں۔

میداءِ نُور کے تنویر کی طاقت۔ تنویر کی حدّت کی چونکہ تعریف کردی گئی ہے، اُس کے ذریعہ سے طاقت تنویر کی صراحت ہوسکتی ہے۔ **کسی مبداءِ نُور کی طاقت تنویر سے مُراد تنویر کی حدّت ہے جو اُس سے اکائی فاصلہ پر پیدا ہوتی ہے۔** اگر مبداءِ نُور ایک نقطہ ہو تو اِس تعریف کے سمجھنے میں کوئی دقّت نہیں پیش آتی۔ اِس لیئے کہ نور کا اشعاع سب طرف یکساں ہوگا۔ لیکن حقیقی مبداؤں (مثلاً ایک برقی چراغ) کے نور کی اشاعت اکثر مختلف سمتوں میں مختلف ہوتی ہے۔ تاہم کسی ایک سمت میں ان کی ایک خاص تنویر ہوتی ہے اور اس سمت میں انکی تنویر کی طاقت کا مصرحہ بالا تعریف سے پتہ چلتا ہے۔

کوئلے (کاربن) کے تار کے برقی چراغ کی طاقتِ تنویر تار کے مستوی کے عمود کی سمت میں اعظم ہوتی ہے - اور تار کی سمت میں اقل - روشن فلزی تار والے برقی چراغ کی تنویر چراغ کے محور کی عمودی سمت میں عموماً یکساں ہوتی ہے اور محور کی سمت میں اِس سے بہت ہی کم -

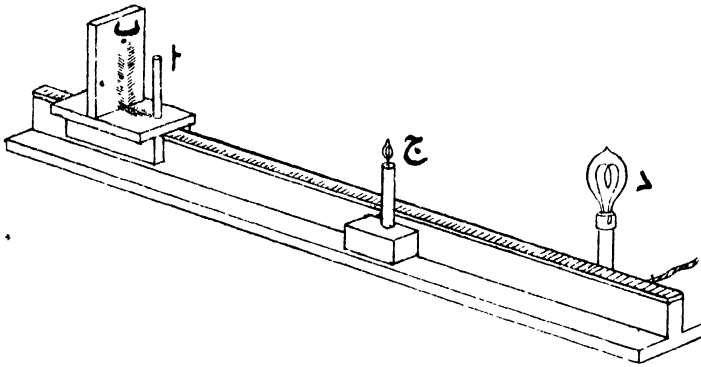
اگر چراغ کے تنویر کی طاقت (ط) مانی جائے تو اُس سے اِکائی فاصلہ پر تنویر کی حدّت (ط) ہوگی - پس عکسی مربعوں کے کلیہ کی رو سے تنویر کی حدّت (ح) فاصلہ (ف) پر $\frac{ط}{ف^{۲}}$ ہوگی -

یعنی . $ح = \frac{ط}{ف^{۲}}$

ضیا پیما - دو مبداؤں کی تنویر کی طاقتوں کا مقابلہ کرنے میں ہمیشہ جس اُصول سے کام لیا جاتا ہے یہ ہے کہ ایک پردے سے ان کا فاصلہ اِس طرح ترتیب دیا جائے کہ انکے تنویر کی حدّت پردے پر مساوی ہو - مثلاً اگر مبداؤں کی تنویر کی طاقتیں $ط_{۱}$ اور $ط_{۲}$ ہوں اور مساوی حدّتِ تنویر کے لئے اُن کے فاصلے پردے سے $ف_{۱}$ اور $ف_{۲}$ ہوں، تو

$$\frac{ط_{۱}}{ف_{۱}^{۲}} = \frac{ط_{۲}}{ف_{۲}^{۲}} \quad یا \quad \frac{ط_{۱}}{ط_{۲}} = \frac{ف_{۱}^{۲}}{ف_{۲}^{۲}}$$

حدّتِ تنویر کی مساوات قائم کرنے کے لئے بہت سے طریقے ایجاد ہوئے ہیں - لیکن اُن سب کا اُصول قریب قریب

یہی ہے کہ پردے کے ایک حصہ پر ایک مبداء کی تنویر ہو اور دوسرے پر دوسرے کی تنویر۔ ایسی حالت میں آنکھ اس کا امتیاز کرسکتی ہے کہ آیا دونوں تنویریں مساوی ہیں یا نا مساوی۔ ثانوی صورت میں مبداؤں کے فاصلوں میں تغیّر تبدل کرکے مساوات قائم کردی جاسکتی ہے۔

شکل (۹)
رمفورڈ والا (سایہ دار) ضیا پیما

رمفورڈ والا سایہ دار ضیا پیما۔ نُور کے دو مبداء مثلاً ایک برقی لمپ اور ایک موم بتّی ایک تختۂ مناظر پر رکھے جاتے ہیں جیسا کہ شکل (۹) میں بتایا گیا ہے۔ اور ایک غیر شفاف سلاخ (ا) انتصابی وضع میں ایک سفید پردے (ب) کے سامنے استادہ کی جاتی ہے، اس طرح سے کہ پردے پر اسکے دو واضح اور ممتاز الحدود سایے پڑتے ہیں۔ اِن میں سے ایک پر صرف برقی لمپ کا نور پڑیگا اور دوسرے پر صرف

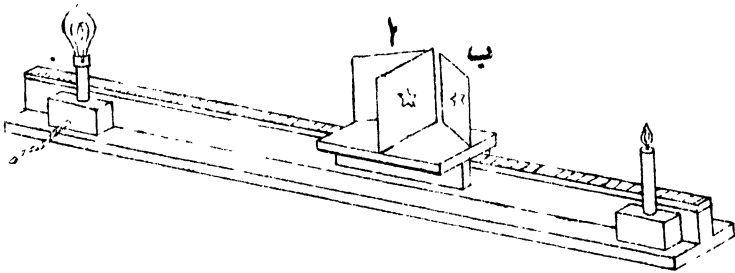
موم بتی کا۔لمپ اور موم بتی کو حسب ضرورت آگے پیچھے ہٹا کر ایسے مقاموں پر رکھتے ہیں کہ دونوں سایوں کی حدت مساوی نظر آتی ہے۔ پھر پردے سے اِن مبداؤں کے فاصلے ب ج اور ب د ناپ لیئے جاتے ہیں۔ چونکہ

$$\frac{\text{لمپ کی طاقتِ تنویر}}{\text{بتی '' '' ''}} = \frac{(\text{ب د})^2}{(\text{ب ج})^2}$$

اِس لیئے دونوں مبداؤں کی تنویر کی طاقتوں کی نسبت دریافت ہوسکتی ہے۔

تجربہ (۵) سایہ دار ضیا پیما۔ ایک بتی اور ایک چراغ کو شکل (۹) کی وضعوں میں تختۂ مناظر پر کھڑا کرو۔ اِن میں سے ایک کو قائم رکھ کر دوسرے کو حسبِ ضرورت آگے یا پیچھے ہٹاؤ حتیٰ کہ پردے پر دونوں سایوں کی حدت مساوی معلوم ہو۔حدت کی مساوات کی تعیین کے لیئے کوئی پانچ چھ بار آزمائش کرکے مبداء کا پردے سے اوسط فاصلہ نکالو۔ اسی طرح قائم مبداء کو چار اور مقاموں پر کھڑا کرکے یہی عمل دوہراؤ۔ اور ہر مرتبہ حساب کرکے شمار کرو کہ لمپ کی طاقتِ تنویر کو بتی کی طاقتِ تنویر سے کیا نسبت ہے۔ بالفاظ دیگر لمپ کی بتی طاقت دریافت کرو۔

[**تنبیہ منجانب مترجم۔** شکل (۹) میں سائے ایک دوسرے سے کسیقدر دُور ہٹے ہوئے بتائے گئے ہیں۔ مبداؤں کو تختے کے پیمانہ کے قریب ترلے جانے سے سائے قریب قریب مل جاسکتے ہیں جس سے اُن کی حدتوں کا مقابلہ زیادہ آسان ہوتا ہے۔]

بنسن والا داغدار ضیا پیما۔ اگر ایک غیر مجلاّ کاغذ کے ٹکڑے کے بیچ میں تیل یا چربی کا دھبا ڈال دیا جائے تو جہاں دھبا واقع ہوگا کاغذ کا وہ حصہ زیادہ نیم شفاف نظر آنے لگے گا۔ کاغذ کو روشنی کی طرف رکھ کر دیکھنے سے دھبا بہ نسبت اور حصّوں کے زیادہ منوّر نظر آئیگا ' اسلئے کہ اِس میں سے بہ نسبت اُس کے اطراف کے حصّوں کے ' زیادہ نور پار ہوکر آنکھ میں داخل ہوتا ہے۔ اگر آنکھ کاغذ کے اُسی جانب

شکل (۱۰)
داغدار ضیا پیما

واقع ہو جدھر سے منتشر روشنی کاغذ پر پڑتی ہے تو متذکرہ بالا وجوہ ہی سے دھبا بہ نسبت اور حصّوں کے تاریک نظر آئیگا۔ داغدار ضیا پیما میں اسی اُصول سے کام لیا جاتا ہے۔ اُس کا پردہ ایک سفید غیر مجلاّ کاغذ کا ہوتا ہے جس کے مرکز پر ایک کشادہ دائری سوراخ کرکے سوراخ کو تیل یا چربی لگائے ہوئے ایک کاغذ سے ڈھانپ دیتے ہیں۔ جن مبداؤں کی تنویر کی طاقتوں کا مقابلہ کرنا ہوتا ہے اُن کو اِس پردے کے مقابل جانبوں پر رکھ دیتے ہیں۔ پردے کو حسب ضرورت

مبداؤں کو ملانے والے خط پر اِدھر اُدھر سرکا کر ایسا مقام معلوم کرلیا جاتا ہے جہاں پردے کے دونوں پہلو یکساں نظر آتے ہیں۔ پس یہ سمجھ لیا جاتا ہے کہ اِس مقام پر دونوں مبداؤں کی تنویر کی حدّت پردے پر ایک ہی ہے۔ پردے کے فاصلے مبداؤں سے ناپ لیئے جاتے ہیں۔

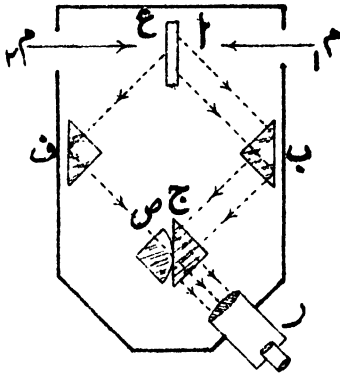
مبداؤں کی تنویر کی طاقتیں اُن کے فاصلوں کے مربعوں کے متناسب ہونگی۔ وقتِ واحد میں پردے کے دونوں پہلوؤں کو دیکھنے کی غرض سے (تاکہ تنویر کی حدّت کا بہتر مقابلہ ہوسکے) پردے کے دونوں بازو دو مستوی آئینے ا اور ب، شکل (۱۰)، لگا دیئے جاتے ہیں۔

تجربہ (۶)۔ داغدار ضیا پیما۔

تجربہ (۵) کی طرح اِس تجربہ میں بھی فاصلے ترتیب دیئے جائیں۔ یعنے داغدار پردہ ایسے مقام پر رکھا جائے کہ اُسکے دونوں پہلو یکساں نظر آنے لگیں۔ پھر اس سے نوُر کے مبداؤں کے فاصلے پڑھ لیئے جائیں اور لمپ کی بتّی طاقت دریافت کرکے تجربہ (۵) کے نتیجہ سے اُس کا مقابلہ کیا جائے۔

لمّر برودٔھون والا ضیا پیما۔ اب تک جن ضیا پیماؤں کا ذکر ہوا ہے ان کو استعمال کرنے سے تجربہ کی ترتیب پوری صحت کیساتھ نہیں ہوسکتی۔ اس لیئے کسی مبداء نور کے تنویر کی طاقت مستقل نہیں برآمد ہوتی۔ کبھی کچھ قیمت نکل آتی ہے کبھی کچھ اَور۔ ان سے بہت بہتر ضیا پیما لمّر برودٔھون کا اختراع کیا ہوا ہے جو

شکل (۱۱) میں بتایا گیا ہے۔ دو مبداؤں (م۱، م۲) سے نور ایک دودھیا رنگ کے سفید پردے کے مقابل پہلوؤں (۲) اور (ع) پر پڑتا ہے۔ اس کی کیفیت معائنہ کرنے کے لئے حسب ذیل مناظری ترکیب ترتیب دی جاتی ہے:-

شکل (۱۱)
لمبّر بروڈ ہون والا ضیا پیما

(ع) سے جو نور آتا ہے منشور (ف) سے منعکس ہوکر شیشے کی کندوں پر ص اور ج میں سے جہاں اُن کے وسطی مقام ایک دوسرے کے ساتھ تماس رکھتے ہیں، گزرتا ہے۔ (۲) سے جو نُور آتا ہے منشور (ب) سے منعکس ہوکر مکرر (ج) کی سطح کے ایسے مقام سے منعکس ہوتا ہے جہاں کندوں کا تماس نہیں ہوتا ہے۔ دُوربین (ر) میں جب دیکھتے ہیں تو میدان نظر کا وسطی حصّہ نور کی شعاعوں ع ف ص سے منوّر نظر آئیگا اور اُس کے اطراف و جوانب کے حصّے نور کی شعاعوں ۲ ب ج سے منوّر نظر آئنگے، جو ج سے منعکس ہوکر آتی ہیں۔ یہ باتیں پانچواں باب پڑھ لینے کے بعد بہتر سمجھ میں آئینگی جہاں انعکاسِ کلّی سے بحث کی گئی ہے۔ اس ضیا پیما میں یہ خوبی ہے کہ پردے کے پہلوؤں (۲) اور (ع) کی تنویر جب ذرا بھی نامساوی ہوتی

ہے تو فوراً دوربین میں دیکھنے سے پہچان لی جاتی ہے۔ چونکہ وہ نہایت حساس ہوتا ہے اس لئے اس کی مدد سے م اور م، کے فاصلوں کو ٹھیک کرکے تنویر مساوی کرلی جاسکتی ہے اور پھر ان فاصلوں سے مبداء نور کی بتی طاقت بہت صحت کے ساتھ شمار ہو جاتی ہے۔

تنویر کی معیاریں - نور کا سب سے پہلا جو معیار استعمال میں آیا **معیاری موم بتی** تھی۔ قانوناً وہ سپرما سیٹی (ویل مچھلی کی چربی) کی موم بتی ہے جس کا وزن پونڈ کا چھٹا حصہ ہے اور جو فی گھنٹہ ۱۲۰ گرین کی شرح سے جلتی ہے گو یہ معیار سرسری اندازے کی غرض سے مفید ہے، تنویری طاقت کے لحاظ سے کافی مستقل معیار نہ ہونے کی وجہ سے اس کی علمی اہمیت کچھ نہیں۔ ایسی موم بتی کی تنویری طاقت کرہ ہوائی کی حالت کے تابع ہوتی ہے اور مختلف بتیوں کی طاقتیں مساوی حالتوں میں بھی ایک دوسرے سے کچھ کچھ مختلف ہوتی ہیں۔

اس سے کہیں زیادہ قابل اعتماد سٹینڈرڈ یا معیار **ہارکورٹ والا پنٹین کا چراغ** ہے۔ اس کے جلانے کی ترکیب یہ ہے کہ پنٹین مائع پر سے ہوا کو کھینچتے ہیں تو گیس ہوا میں مل جاتی ہے، اور ایک معیاری مشعل میں شعلہ کو ایک مقررہ بلندی پر رکھ کر جلائی جاتی ہے۔ کرہ ہوائی کے دباؤ وغیرہ میں جب طبعی حالت سے اختلاف واقع ہوتا ہے تو ان کی تصحیح بھی کردی جاتی ہے۔ ایسے چراغ کی تنویری طاقت تقریباً دس سٹینڈرڈ (معیاری) موم بتیوں

کے برابر ہوتی ہے۔ لیکن چونکہ بتیوں کی بہ نسبت اُس کی تنویر بہت زیادہ مستقل ہوتی ہے اس لئے وہ بین الاقوامی معیار تسلیم کرلیا گیا ہے۔

بین الاقوامی بتی طاقت سے مراد ہارکورٹ والے پنٹین لمپ کی تنویری طاقت کا دسواں حصّہ ہے۔

جرمنی میں ہفنر والا چراغ معیاری مانا جاتا ہے۔ یہ چراغ ایک مقررہ معیار کے موافق بنایا جاتا ہے جس میں ایمائل ایسیٹیٹ کے جلنے سے روشنی ہوتی ہے اس کی تنویری طاقت بین الاقوامی بتی طاقت کے ۹ء۰ کے برابر ہے۔

فرانس میں کارسل والا چراغ بطور معیار استعمال ہوتا ہے۔ اس میں کولزے کا تیل جلاتے ہیں اور اُس کی تنویری طاقت بین الاقوامی بتی طاقت کے ۹ء۶۲ چند ہے۔

سب سے آسان معیار تجربہ خانوں میں استعمال کے لئے غالباً برقی چراغ ہے جو مناسب طریقہ پر بنایا گیا ہو اور مستقل برقی حالات کے تابع جل سکتا ہو۔ پروفیسر فلیمنگ نے کاربن کے تار کو پہلے کئی گھنٹوں تک جلاکر ایک بڑے شیشے کے جوفے میں بند کرکے ایسے معیاری چراغ بنائے ہیں۔

تار کو پیشتر سے جلاکر جوفہ میں بند کرنے سے جوفہ سیاہ ہونے نہیں پاتا۔ ان کے بنانے والوں سے جب ایسے چراغ خریدے جاتے ہیں تو ان کے ساتھ ایک سارٹیفکٹ (سند) بھی ملتا ہے جس میں ایک معیاری

پنٹلین کے چراغ سے مقابلہ کرکے، بتا دیا جاتا ہے کہ ایک مقررہ اولٹ کے تفاوتِ قوّہ سے ان کو مِلا کر جلانے سے اِن کی بتی طاقت کیا ہوگی۔

عملی تنویر۔ اگرچہ صفحہ (۱۵) پر تنویر کی حدّت کی ہم نے جو تعریف کی ہے اُس سے تنویروں اور تنویری طاقتوں کا صحیح مفہوم ادا ہو جاتا ہے، تاہم عملی اغراض کے لئے وہ بے سود ہے اِس وجہ سے کہ ہمارے پاس "نور کی مقدار" ناپنے کا کوئی ذریعہ نہیں ہے۔ کمروں یا دیگر مقاموں کی تنویر پر غور کرنے کے لئے، ایک معیاری موم بتی سے ایک فٹ فاصلہ پر جو تنویر ہوتی ہے، بطور پیمانہ اختیار کرلی گئی ہے اور اُس کا نام ایک فٹ بتی رکھا گیا ہے۔ آرام کے ساتھ کتاب کا مطالعہ کرنے کے لئے ۳ فٹ۔بتّی کی تنویر موزوں پائی جاتی ہے۔ پس اگر ۳۲ بتّی طاقت کا چراغ استعمال ہوتا ہے تو کتاب سے اِس کی بلندی اِس قدر ہونی چاہئے کہ اس کی تنویر کی حدّت کتاب پر ۳ فٹ بتی ہو۔

$$\text{پس}\quad ۳ = \frac{۳۲}{\text{ف}^۲} \quad \therefore \quad \text{ف} = \sqrt{\frac{۳۲}{۳}} = ۳،۲۳ \text{ فٹ}$$

یہاں یہ فرض کرلیا گیا ہے کہ جو کچھ بھی روشنی کتاب پر پڑتی ہے سب کی سب راست چراغ میں سے آتی ہے، جیسے رات کا وقت کھلے میدان میں چراغ رکھ کر مطالعہ ہوتا۔ لیکن کمرے میں جب مطالعہ ہوتا ہے تو دیوار اور چھت سے انعکاس ہوکر جو نور کتاب پر پڑتا ہے راست چراغ سے آنے والے نور سے بہت زیادہ ہوتا ہے پس ایسی

صورت میں تنویر کی حدّت کا انحصار اس پر ہے کہ کمرے کا چھت اور دیواریں کیسی ہیں۔ آیا کھلے رنگ کی ہیں یا گہرے رنگ کی تجربہ سے معلوم ہوتا ہے کہ چھت اور دیواروں کے انعکاس سے (معمولی حالتوں میں) جب کسی چیز پر روشنی پڑتی ہے، اگر ان کا رنگ گہرا ہو تو راست مبداء نور سے آنے والی روشنی کے تقریباً ۲ چند ہوتی ہے، اور اگر رنگ ہلکا ہو تو تقریباً ۴ چند۔ اس لئے اگر کسی مطالعہ کے کمرے کی دیواریں ۱۵ فٹ × ۱۰ فٹ ہوں تو ہر ایک دیوار کا رقبہ ۱۵۰ مربع فٹ ہوگا اور ۳ فٹ۔ بتی کی تنویر کے لئے ان کی طاقت تنویر ۴۵۰ بتی طاقت ہونی چاہئے۔ چھت اور دیواروں کو بالفرض کھلے رنگ کے تصور کریں تو کتاب کی تنویر کا ⅕ حصہ راست مبداء نور سے آتا ہے اور ⅘ حصہ انعکاس سے ہے پس چراغ کی بتی طاقت ۴۵۰/۵ = ۹۰ ب۔ط ہونی چاہئے۔ اگر ۱۰۰ ب۔ط کا ایک چراغ یا ۲ ۳۲ ب۔ ط کے ۳ چراغ استعمال ہوں تو بہت مناسب ہوگا۔ بود و باش کے کمرے کے لئے ۲ فٹ۔ بتی کی تنویر کافی ہوتی ہے۔ پس مصرحہ بالا ابعاد کے کمرے کے لئے ۶۰ ب۔ ط کا چراغ درکار ہوگا

[طالب علم کو اس سرسری بیان کے پڑھنے سے معلوم ہوا ہوگا کہ اکثر مکانوں میں رات کا وقت کس قدر ناکافی روشنی میسر ہوتی ہے۔ دن کو تو آفتاب کی روشنی سے (اگر مکان اچھے اصول پر بنا ہو تو) کافی تنویر ہو جاتی ہے۔ مگر رات میں روشنی نہایت ناکافی ہوتی ہے۔ انگلستان اور دیگر ممالک یورپ میں باوجود اعلیٰ استعداد کے برقی چراغوں کی ایجاد کے آفتاب کی روشنی غیر مکتفی ہونے کی وجہ سے اکثر مکانوں میں دن کے وقت بھی بہت قلیل روشنی میسر ہوتی ہے۔ مترجم]۔

اگرچہ فٹ۔بتّی بطور حدّتِ تنویر کی اکائی کے انگلستان میں استعمال ہوتی ہے، کئی وجوہ کی بناء پر بتّی۔میٹر کو استعمال کرنا عملی نقطہ نظر سے زیادہ اچھا ہوگا۔ ایک میٹر فاصلہ پر ایک معیاری موم بتّی سے جو تنویر کی حدّت پیدا ہوتی ہے ایک بتّی۔میٹر کہلاتی ہے۔ پس ایک بتّی۔میٹر = (۰٫۳۰۵)^۲ = ۰٫۰۹۳ فٹ۔بتّی۔ گویا ایک فٹ۔بتّی تقریباً ۱۰ بتّی۔میٹر کے برابر ہے۔ اس حساب سے آرام سے مطالعہ کرنے کے لئے کتاب کی تنویر کی موزوں حدّت تقریباً ۳۰ بتّی۔میٹر ہوتی ہے۔

دوسرے باب کی مشقیں

---

(۱)۔ تنویر کی حدّت، اور طاقتِ تنویر سے کیا مراد ہے بیان کرو۔

(۲)۔ سایہ دار ضیا پیما کی تصریح کرو اور بتاؤ اُس کے ذریعہ نور کے دو مبداؤں کی تنویری طاقتوں کا مقابلہ کرنے میں کیا دقتیں پیش آتی ہیں۔

(۳)۔ کسی قسم کے ضیا پیما کا بیان لکھو جو نور کے دو مبداؤں کی تنویری طاقتوں کا بصحت مقابلہ کرنے میں استعمال ہوتا ہے۔ اور ایک روشن تار کے برقی چراغ کی اوسط بتّی۔طاقت کی تعیین کے لئے کن کن پیمائشوں کی ضرورت ہوگی ان کا بھی مفصل

تذکرہ کرو۔ پیمائشوں میں اس امر کا لحاظ رہے کہ ایسے چراغ کے نور کی تمام سمتوں میں مساوی اشاعت نہیں ہوتی ہے۔

(۴)۔ اگر معدنی کوئلے کی گیس کی قیمت فی ہزار مکعب فٹ ۲ شلنگ ۶ پنس ہے، اور برقی توانائی کی قیمت ۳ پنس فی اکائی، حساب کرکے بتاؤ گیس کی روشنی میں زیادہ فائدہ ہے یا برق کی روشنی میں، جبکہ ۶۰ بتی طاقت کی گیس کی مشعل میں فی گھنٹہ ۳ مکعب فٹ گیس جلتی ہے، اور ۵۰ بتی طاقت والے برقی چراغ میں ۴۰ گھنٹوں میں توانائی کی ۲ اکائیاں صرف ہوتی ہیں۔

(۵)۔ کسی برقی چراغ کی بتی طاقت دریافت کرنے کا کوئی تجربہ بیان کرو۔ کیا کیا چیزیں شمار کرنی ہونگی اور کیوں؟

اگر ایک قوسی چراغ کی تنویر کی حدت ایک پردے پر، جو چراغ سے ۲۰ میٹر فاصلہ پر ہو، ۵۰ سم فاصلہ پر واقع ۱٫۲ موم بتی کی تنویر کی حدت کے مساوی ہو تو بتاؤ چراغ کی بتی طاقت کیا ہے۔ [ل۔ی۔]

(۶)۔ بتی طاقت کا مفہوم کیا ہے؟ ۳۲ اور ۱۶ بتی طاقتوں کے دو چراغوں کے مابین ۱۰۰ سم کا فاصلہ ہے۔ ان کے خط پر کن مقاموں پر پردہ رکھا جائے تاکہ اس پر ان چراغوں کی تنویر مساوی ہو؟ تجربے کے ذریعہ یہ مقام کیونکر دریافت ہوسکینگے بیان کرو۔ [ل۔ی۔]

(۷) - ایک بنسن والے داغدار ضیا پیما کے ایک ہی جانب نور کے دو مبداء رکھے گئے ہیں۔ ہر ایک کی بتی طاقت ۲ ہے۔ ایک مبداء پردہ سے ا فٹ فاصلہ پر واقع ہے اور دوسرا ۲ فٹ پر۔ دریافت کرو ۵ بتی طاقت کا تیسرا مبداء نور کہاں رکھا جائے تاکہ ضیا پیما کے پردے کی شباہت دونوں طرف سے مساوی ہو۔ [ل-ی-]

(۸) - دفٹ - بتی سے کیا مراد ہے سمجھاؤ۔ ایک مطالعہ کے کمرے کی سب سے لمبی دیوار کا طول ۱۵ فٹ ہے اور بلندی ۹ فٹ۔ چھت اور دیواریں کھلے رنگ کی ہیں۔ دریافت کرو اس کمرے کو منور کرنے کے لئے کس قدر مجموعی بتی طاقت کی ضرورت ہے۔

(۹) - داغدار ضیا پیما کا اصول سمجھاؤ۔ جب نور کے دو مبداء اس کے پردے سے بالترتیب ا فٹ اور ۴ فٹ فاصلوں پر رکھے جاتے ہیں تو پردے کے دونوں بازو ایک ہی نظر آتے ہیں۔ دریافت کرو کم روشن مبداء کا فاصلہ کیا ہونا چاہئے اگر دوسرا مبداء پردے سے ۸ فٹ دور رکھا جائے۔ [ل - ی -]

(۱۰) - کوئی طریقہ چراغ کی بتی طاقت ناپنے کا بیان کرو۔ ایک چراغ کے سامنے ۸۵ سم فاصلہ پر ایک پردہ رکھا جاتا ہے تو اس پر تنویر کی ایک حدت پائی جاتی ہے۔ جب پردہ اور چراغ کے بیچ میں شیشے کی ایک تختی حائل کی جاتی ہے تو پردے پر

تنویر کی پہلی سی حدت ہونے کے لئے چراغ کو ۵ سم اُس سے قریب ترلیجانا پڑتا ہے۔ دریافت کرو کسقدر فی صد نور شیشے کی وجہ سے رُک جاتا ہے

[ل۔ی۔]

(۱۱)۔ ایک کمرے کی سب سے بڑی دیوار کے طول وعرض ۵٫۷ میٹر اور ۳٫۵ میٹر ہیں۔ کمرے کی تنویر کی حدت ۲۵ بتی۔ میٹر ہونے کے لئے کس بتی طاقت کا چراغ استعمال کرنا چاہئے جبکہ محصلہ نور کا ۳/۴ حصہ انعکاس ہوکر آتا ہے؟

(۱۲)۔ تنویر کی چند معیاروں کا حال لکھو جو عام طور پر مستعمل ہیں۔

(۱۳)۔ صحت اور باریکی کے ساتھ کام کرنے میں جو ضیا پیما استعمال ہوتے ہیں ان میں سے کسی ایک کی مفصل کیفیت لکھو۔ اور بیان کرو کہ اُس کے ذریعہ تجربہ کرکے تم کیسے ثابت کروگے کہ مبداء نور سے جب فاصلہ بڑھتا ہے تو تنویر، عکسی مربع کے کلیئے کی متابعت سے گھٹتی ہے۔ [ل۔ی۔]

(۱۴)۔ تنویری طاقت کے ایک عملی معیار کا تذکرہ لکھو اور ایک طریقہ بیان کرو جس سے نور کے دو مبداؤں کی تنویری طاقتوں کا مقابلہ ہوسکے۔

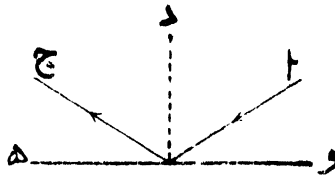
[ل۔ی۔]

انعکاس نور

انعکاس نور کے کلیئے۔ ایک متجانس واسطہ میں سے جب نور کی پنسل گزرتی ہے تو اس سے جو کچھ بھی 'خلل' پیدا ہوتا ہے صرف ایک ہی سمت میں آگے کی طرف بڑھتا ہے۔ لیکن جب پنسل ایک واسطہ کو چھوڑ کر دوسرے واسطہ میں آتی ہے تو نور کا کچھ حصہ **منعکس** ہوتا ہے یعنے پہلے واسطہ میں کوٹا دیا جاتا ہے۔ مثلاً فلزی سطحوں سے نور ٹکراتا ہے تو تقریباً سب کا سب منعکس ہو جاتا ہے۔ یہ انعکاس دو کلیوں کے تابع ہوتا ہے:

انعکاس کا پہلا کلیہ۔ شعاع واقع، شعاع منعکس، اور سطح پر کا عمود تینوں ایک ہی مستوی میں ہوتے ہیں۔

انعکاس کا دوسرا کلیہ۔ زاویہ وقوع اور زاویہ انعکاس مساوی ہوتے ہیں۔

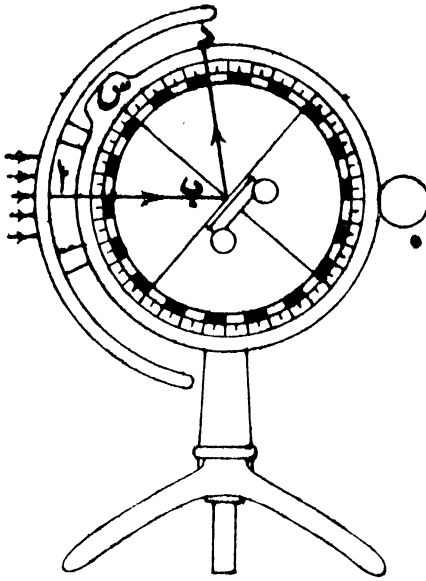
شکل (۱۲) میں خط ھ و کے ذریعہ ایک مستوی عاکس سطح بتائی گئی ہے جو صفحہ کی سطح پر عمود وار ہے۔ ایسی حالت میں سطح پر کا عمود د ب صفحہ کے مستوی میں واقع ہوتا ہے اور اگر شعاع واقع ا ب بھی اسی مستوی میں ہو تو انعکاس کے پہلے کلیہ کے بموجب شعاع منعکس اسی یعنے صفحہ کے مستوی میں ہوگی۔

شکل (۱۲)
انعکاس کے کلیوں کی توضیح کیلئے

زاویہ وقوع ا ب^ د شعاع واقع اور عاکس سطح کے عمود کے میلان کا زاویہ ہے۔ مناظر کے مسئلوں میں اس زاویہ پر غور کرنا زیادہ سہل اور سودمند ہوتا ہے بہ نسبت زاویہ ا ب^ د پر غور کرنے کے جو شعاع اور سطح عاکس کا زاویہ میلان ہے۔ یہ بات آگے چلکر بہتر سمجھ میں آئیگی جب کہ ہم منحنی سطحوں کے انعکاس پر بحث کرینگے۔ انعکاس کے دوسرے کلیہ کے بموجب زاویہ د ب^ ج جو زاویۂ انعکاس کہلاتا ہے زاویہ ا ب^ د کے مساوی ہوگا۔

اکثر ابتدائی کتابوں میں ''بیقاعدہ انعکاس'' کا ذکر درج

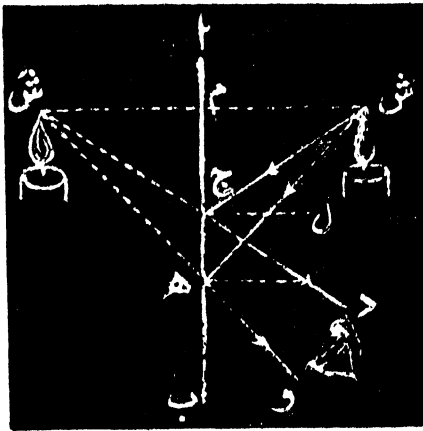
ہوتا ہے۔ فی الحقیقت کسی شعاع کا انعکاس بیقاعدہ نہیں ہوتا ہے، سارے انعکاس انہی دو کلیوں کی متابعت سے وقوع میں آتے ہیں۔ جب عاکس سطح مستوی نہیں ہوتی ہے یا کھردری ہوتی ہے تو ایک ہی سمت سے آنیوالی مختلف شعاعیں انعکاس کے بعد مختلف سمتوں میں چلی جاتی ہیں۔ جس سے روشنی منتشر ہوجاتی ہے۔ لیکن یہ نہیں کہا جا سکتا کہ ایسی صورت میں انعکاس مصرحہ بالا دو کلیوں کے خلاف وقوع میں آتا ہے۔ پس جب سطح کھردری ہوتی ہے تو نور کی شعاعیں منعکس ہوکر منتشر ہوجاتی ہیں۔

انعکاس کے دو کلیوں کا تجربہ کے ذریعہ ثبوت - تجربہ کے ذریعہ علم المناظر کے اکثر کلیوں کو ثابت کرنے کے لئے ایک آلہ بنایا گیا ہے جس کا استعمال نہایت آسان ہے اور جو مناظری **قرص** کے نام سے مشہور ہے۔ دیکھو شکل (۱۳)۔ ایک جھری (۱) میں سے ہوکر متوازی شعاعوں کی ایک پنسل ایک مستوی آئینے (ب) پر پڑتی ہے جو ایک درجہ دار دائرے کے بیچ میں نصب ہے۔ آئینہ کی سطح دائرے کی سطح پر عمود وار ہے۔ اور دائرہ ایک محور (ب) کے گرد، جو اُسکے مرکز میں سے گزرتا ہے، گھومتا ہے۔ اُس کے گھومنے سے زاویۂ وقوع ۱ب س میں تبدیلی کی جاسکتی ہے اور دائری پیمانہ پر اس کی قیمت درجوں میں معلوم ہوسکتی ہے۔

انعکاس کے بعد پنسل ب د کی سمت میں چلی جاتی ہے اور دائرہ پر زاویۂ انعکاس پڑھ لیا جاسکتا ہے۔ تجربہ کرنے سے معلوم ہو جائیگا کہ ہمیشہ وقوع اور انعکاس کے زاویئے مساوی ہوتے ہیں۔ یہ یاد رکھنا چاہئے کہ راست تجربہ سے انعکاس کے پہلے کلیہ کا ثبوت بہم پہنچانا مشکل ہے۔ لیکن ذرا سا

شکل (۱۳)
مناظری قرص

غور کرنے سے معلوم ہو جائیگا کہ اس کلیہ کی متابعت لازمی ہے۔ اس لئے کہ ہمیشہ دیکھا جاتا ہے کہ متوازی شعاعوں کی پنسل جب کسی مستوی سطح سے منعکس ہوتی ہے تو انعکاس کے بعد بھی وہ متوازی ہی رہتی ہے۔ مختلف سمتوں میں پھیل نہیں جاتی۔ اگر منعکس شعاعوں کی پنسل اسی مستوی میں نہ ہوتی جس میں واقع شعاعوں کی پنسل اور سطح پر کا عمود ہیں تو وہ اس مستوی کے کسی ایک طرف پائی جاتی۔ تشاکل کی وجہ سے واضح ہے کہ

اِس مستوی کے کسی خاص جانب جانے کی کوئی وجہ نہیں۔ نور کی موجی حرکت کے نظریہ سے بھی انعکاس کا پہلا کلیہ ماخوذ ہوتا ہے۔ معہذا اس کو ہم اِس لئے بھی صحیح مانتے ہیں کہ مناظر کے ہر مسئلہ میں وہ فرض کر لیا جاتا ہے اور اب تک کوئی ایسا نتیجہ مناظری عملوں سے متعلق پیش نہیں ہوا جو اس کلیہ کو فرض کر کے اخذ کیا گیا تھا اور تجربہ سے غلط ثابت ہوا۔

مستوی آئینے میں خیال۔ فرض کرو ایک مبداء نُور ایک مستوی آئینے (مثلاً ایک مفضض شیشے کی تختی جس کی تراش ا ب شکل (۱۴) میں بتائی گئی ہے) کے سامنے دھرا ہے۔ مبداء کے کسی نقطہ (ش) سے نُور کی شعاعیں چاروں طرف کو جائینگی۔ ان میں سے ایک شعاع ش ج آئینہ پر گر کر ج د کی سمت میں منعکس ہوگی۔ زاویۂ انعکاس ل ج د زاویۂ وقوع ش ج ل کے مساوی ہوگا۔ کوئی دوسری

شکل (۱۴)
مستوی آئینہ میں خیال کی پیدائش

شعاع شَ ھ انعکاس کے بعد سمت ھ و میں چلی جائیگی۔ شکل پر غور کرنے سے معلوم ہوگا کہ (ش) سے نکل کر آئینہ سے ٹکرانے والی تمام شعاعیں انعکاس کے بعد ایک ہی نقطہ (شَ) سے جو آئینہ کے پیچھے ہے پھیلتی ہوئی دکھائی دینگی۔ اگر آنکھ ایسے مقام پر واقع ہے کہ ان منعکس شعاعوں میں سے چند شعاعیں اسمیں داخل ہوسکتی ہیں تو اس کو ایک منوّر نقطہ (شَ) دکھائی دیگا۔ یہ نقطہ (شَ) نقطہ (ش) کا خیال کہلاتا ہے۔ مبداء نور کے ہر ایک نقطہ کا ایک خیال بنیگا اور اُن سب کا مجموعہ مبداء نور کا خیال ہوگا۔

خواہ صحیح پیمانہ پر نقشہ کھینچکر، یا علم ہندسہ کے آسان مسائل کے ذریعہ ثابت ہوسکتا ہے کہ خط ش شَ آئینہ ا ب پر عمودی ہے۔ اور شَ م = ش م

[∵ ∠ ش ج ل = ∠ ل ج د

∴ ∠ ش ج م = ∠ د ج ھ = ∠ شَ ج م

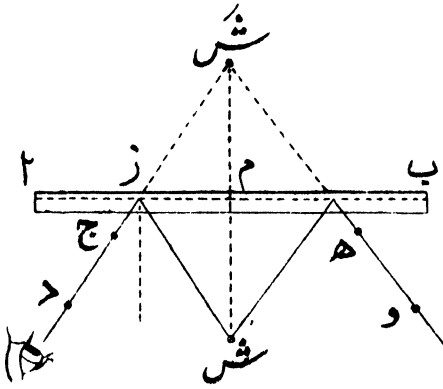
پس ∠ ش ج ھ = ∠ شَ ج ھ

اسی طرح ∠ ش ھ ج = ∠ شَ ھ ج۔ اور مثلث ش ج ھ اور مثلث شَ ج ھ بوجہ اس کے کہ خط ج ھ مشترک ہے ہر طرح سے ایک دوسرے کے مساوی ہیں (یعنے متطابق ہیں)۔

لہذا ش ج = شَ ج۔ بناء بریں مثلث ش ج م

اور مثلث شَ ج م متطابق ہیں - کیونکہ شَ ج = شً ج
اور خط ج م ان میں مشترک ہے - اور ∠شَ ج م = ∠شً ج م
∴ شَ م = شً م اور ∠شَ م ج = ∠شً م ج لہذا
یہ دونوں زاوئے قائمہ ہیں -

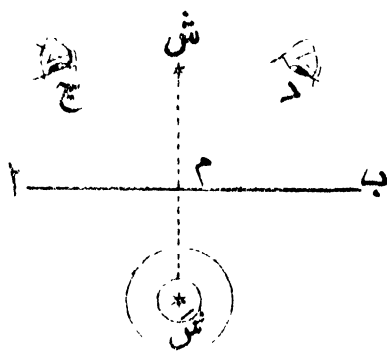
پس شخص اور خیال کو ملانے والا خط مستوی آئینے پر عمودی ہے' اور خیال آئینے کے اُتنا ہی پیچھے واقع ہے جتنا شخص آئینے کے سامنے ہے -

تجربہ (۷) مستوی آئینہ سے نور کا انعکاس - ایک مفضض آئینہ کی تختی کو نقشہ کشی کے تار پر انتصابی وضع میں کھڑا کرو - شکل (۱۵) میں ا ب اُس کا خاکہ ہے - ایک بڑا الپین مقام (شَ) پر آئینے کے سامنے انتصابی وضع میں کاغذ میں چبھو دو - آئینے پر اگر نظر ڈالی جائے تو الپین کا ایک

شکل (۱۵)
مستوی آئینہ سے انعکاس نور کا تجربہ

خیال (شَ) دکھائی دیگا - مقصود یہ ہے کہ اِس خیال کا مقام دریافت کیا جائے - اِس کے لئے ایک اور الپن (ج) پر کھڑا کرو اور نگاہ اُفقی وضع میں رکھ کر (ج) اور (شَ) کی سیدھ میں ایک تیسرا الپن (د) پر چبھو دو - اسی طرح (ھ) اور (و) پر بھی (شَ) کی سیدھ میں الپن چبھو دیئے جائیں - دوسری سمتوں میں بھی نگاہ رکھ کر ایسے دو دو الپن چبھو دیئے جائیں - خط اب کھینچکر آئینہ کاغذ پر سے اٹھا لیا جائے اور خیال کے خط نگاہ میں جو دو دو الپن رکھے گئے تھے ان کے مقاموں کو بالترتیب خطوط کے ذریعہ ملایا جائے یعنے خطوط دج وھ وغیرہ کھینچے جائیں - ان کو اگر آئینہ کی طرف دُور تک بڑھایا جائے تو چاہئے کہ سب کے سب ایک نقطہ (شَ) میں سے گزریں - اِس سے (شَ) یعنے (شَ) کے خیال کا مقام مِل جائیگا - اب شَ م اور شَ م ناپ لئے جائیں تو معلوم ہوگا دونوں مساوی ہیں - واضح ہو کہ زج د شعاع منعکس ہے جو شعاع واقع شَ ز کے انعکاس سے پیدا ہوی - (ز) پر خط زک آئینہ اب پر عمودی بناؤ - اور زاویہ پیما یا گنیا کے ذریعہ زاویہ ∠شَ زک اور زاویہ ∠ک ز د ناپو - یہی عمل دوسری شعاعوں کے ساتھ دوہرائے جائیں اور ایک جدول زاویہ وقوع اور اس کے متعلقہ زاویہ انعکاس کی تیار کی جائے -

طالب علم اِس سے ناواقف نہ ہونگے کہ جب آئینہ کا شیشہ موٹا ہوتا ہے اور انعکاس شیشے کی پشت سے (جس پر چاندی چڑھی ہوتی ہے) ہوتا ہے تو انعکاس سے پہلے جب نور کی شعاع ہوا سے شیشہ میں داخل ہوتی

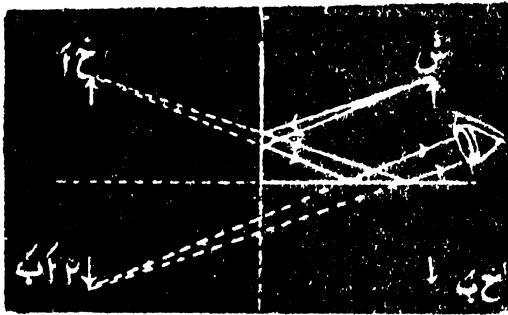
ہے اور پھر انعکاس کے بعد جب شعاع شیشہ سے نکل کر ہوا
میں آجاتی ہے تو دونوں صورتوں میں خفیف سا مڑجاتی ہے۔
اِس مڑنے کو انعطاف کہتے ہیں، اس پر تفصیل کے ساتھ چوتھے
باب میں بحث کی جائیگی۔ یہاں صرف اتنا کہدیا جاتا ہے کہ
اس تجربہ میں انعطاف نُور کی وجہ سے جو خطا پیش آتی ہے
بالکلیہ رفع نہیں ہوسکتی۔ بریں ہمہ اگر خط ا ب کے متوازی
سامنے کو ایک خط (جو شکل ۱۵ میں نقطہ دار بنایا گیا ہے) ۲ا ب
سے شیشہ کی موٹائی کے ۲/۱ فاصلہ پر کھینچا جائے اور فاصلوں
اور زاویوں وغیرہ کی پیمائش اِس خط سے کی جائے (نہ کہ ۲ا ب
سے جو شیشہ کی مفضض سطح کا مقام ہے) تو نتائج پہلے سے
زیادہ صحیح برآمد ہونگے۔

تجربہ (۸)۔ غیر مفضض مستوی شیشہ کی تختی سے پیدا ہونے والے خیال کا مقام۔

میز پر ایک غیر مفضض مستوی شیشہ کا ٹکڑا انتصابی وضع میں کھڑا کرو۔ شکل (۱۶)۔ اسکے سامنے ایک روشن موم بتی (ش) رکھ دو اور اُس کے (یعنے شیشہ کے) پیچھے ایک تنگ

ش
ج
د
م
ا
ب
عش

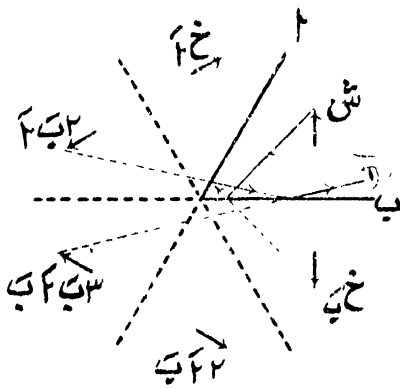
شکل (۱۶)
غیر مفضض مستوی شیشہ میں خیال کی پیدائش

گردن کی صراحی۔ احتیاط کے ساتھ صراحی کا مقام ٹھیک کرو حتیٰ کہ مستوی شیشہ میں سے مقام (ج) یا (د) سے دیکھنے سے بتی کے شعلہ کا خیال صراحی کی گردن میں نظر آئے۔ اگر کئی اور جگہوں سے دیکھنے پر بھی خیال وہیں نظر آئے تو اس کا اطمینان ہو جاتا ہے کہ خیال (ش) صراحی کی گردن ہی پر واقع ہے۔ پھر فاصلے ش م اور ش م ناپ لو۔ دونوں مساوی پائے جائینگے۔

مائل آئینے۔ جب دو مستوی آئینے ا، ب باہمدیگر زاویہ قائمہ بناتے ہیں (شکل ۱۷) تو شخص (ش) کے دو خیالوں (خ ا) اور (خ ب) کی پیدائش واقع ہے۔ اول الذکر آئینہ ا میں انعکاس ہوکر بنتا ہے اور آخرالذکر آئینہ ب میں انعکاس ہوکر۔ لیکن اگر ذرا غور سے دیکھا جائے تو ایک تیسرا خیال

شکل (۱۷)
زاویہ قائمہ پر مائل دو مستوی آئینوں میں خیالوں کی پیدائش

(خ ۲ اب) بھی نظر آئیگا۔ اس کو یا تو آئینہ ب میں خ ا کا خیال تصور کر سکتے ہیں یا آئینہ ا میں خ ب کا خیال۔ پہلی صورت میں آنکھ آئینہ ب میں دیکھ رہی ہوگی اور دوسری صورت میں آئینہ ا میں۔ شکل (۱۷) پہلی صورت سے

متعلق ہے۔ جن شعاعوں سے یہ تیسرا خیال دکھائی دیتا ہے ان کو اگر کھینچنا مقصود ہو تو اس خیال سے آنکھ تک شعاعیں کھینچی جائیں۔ خیال سے آئینہ (ب) تک خطوط نقطہ دار اس لئے بنائے گئے ہیں کہ فی الحقیقت شعاعوں کا اتنا حصہ غیر موجود ہے، (ب) سے منعکس ہوکر شعاعیں آنکھ میں داخل ہوتی ہیں۔ اس انعکاس سے پہلے یہ شعاعیں (خ ۱) سے نکلتی ہوئی معلوم ہوتی ہیں۔ پس ان کو (ب) سے (خ ۱) تک کھینچا جائے۔ (خ ۱) سے آئینہ (۲) تک خطوط نقطہ دار ہونگے۔ کیونکہ شعاعوں کا اتنا حصہ غیر موجود ہے۔ چونکہ (۲) سے منعکس ہونے سے پہلے شعاعیں شخص (ش) سے نکل کر آئینہ پر گرتی ہیں اس لئے (۲) سے ان کو (ش) تک کھینچنا ہوگا۔ پس ظاہر ہے کہ جن شعاعوں کے ذریعہ آنکھ کو شکل (۱۷) میں تیسرا خیال (۲ ۱ ب) دکھائی دیتا ہے پہلے وہ (ش) سے نکل کر آئینہ (۲) پر ایک خاص سمت میں (جو شکل میں بتائی گئی ہے) پڑتی ہیں، وہاں سے منعکس ہوکر آئینہ (ب) سے ٹکراتی ہیں، اور پھر (ب) سے منعکس ہوکر آنکھ میں داخل ہوتی ہیں۔ اگر آنکھ آئینہ (۲) میں دیکھتی ہوتی تو شعاعوں کا پہلا انعکاس آئینہ (ب) میں ہوتا اور دوسرا آئینہ (۲) میں۔ اس لحاظ سے ایسی صورت میں اس تیسرے خیال کو ۲ ب ۱ کہنا مناسب ہوگا۔

اب فرض کرو، شکل (۱۸) کی طرح، آئینے باہمدیگر ۶۰° پر مائل ہیں۔ خیال خ ۱ اور خ ب ایک ایک انعکاس سے پیدا ہوتے ہیں۔ ۲ ۱ ب اور ۲ ب ۱ دو دو انعکاسوں سے، جیسا کہ اس سے پیشتر کی مثال میں بیان ہوا ہے۔

ان کے علاوہ ایک پانچواں خیال ۳ ب ۲ ب بھی ہوگا جو تین انعکاسوں سے بنیگا۔ شکل میں ان خیالوں سے متعلق شعاعیں کھینچی گئی ہیں جنکی وجہ سے آنکھ کو ان کا احساس ہوتا ہے۔

شکل (۱۸)
۶۰° پر مائل آئینوں میں خیالوں کی پیدائش

اس کے معائنہ سے معلوم ہوگا کہ جو شعاعیں آنکھ میں داخل ہوتی ہیں ان کا آخری انعکاس آئینہ (ب) سے ہوتا ہے۔ اسی لئے آخری خیال کو ۳ ب ۲ ب ا کہا گیا۔ اگر آنکھ آئینہ (۲) میں دیکھتی ہوتی تو یہ آخری خیال ۳ ۲ ب ۲ کہا جاتا۔

ان مثالوں سے یہ ظاہر ہوتا ہے کہ جب دو آئینے (زہ) پر باہمدیگر مائل ہوتے ہیں تو اُن کے خط تقاطع کے گرد فضاء $\frac{۳۶۰}{د}$ گوشوں میں تقسیم ہوتی ہے جن میں سے ایک گوشہ آئینوں سے محدود فضاء کا حقیقی حصہ ہے۔ باقی ($\frac{۳۶۰}{د}$ - ۱) شئے کے خیالوں سے متعلق فضاء کے مجازی حصے ہیں۔ ان میں سے ہر ایک گوشہ میں ایک ایک خیال ہوتا ہے گویا کل ($\frac{۳۶۰}{د}$ - ۱) خیال بنتے ہیں۔

متوازی آئینے۔ متذکرہ بالا واقعات سے معلوم

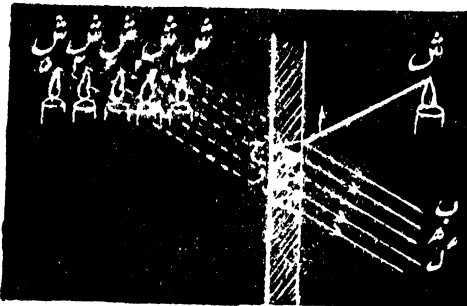
ہوگا کہ جب آئینوں کا زاویۂ میلان (ز) بہت چھوٹا ہوتا ہے تو خیالوں کی تعداد بہت بڑھ جاتی ہے۔ مثلاً اگر ز = ۲° تو ۱۷۹ خیال پیدا ہونگے۔ اگر آئینے متوازی ہوں تو (ز) کی قیمت صفر ہوتی ہے اور خیالوں کی تعداد لاتناہی ہوجاتی ہے۔ ہم اس نتیجہ پر شکل (۱۹) پر غور کرنے سے بھی پہنچ سکتے ہیں جس میں ۴ اَبَ ۲ اَبَ تک کے خیالوں کی پیدائش کی توضیح ہوئی ہے۔ تمام خیال اسوجہ سے بتائے نہیں جاسکتے کہ ان کا سلسلہ آئینوں کے دونوں جانب لاتناہی تک جاتا ہے۔ جب کبھی طالب علم کو دو بڑے قد کے متوازی آئینوں کے بیچ میں کھڑے ہونے کا اتفاق ہوا ہوگا اسکی

شکل (۱۹)
دو متوازی آئینوں میں خیالوں کی پیدائش

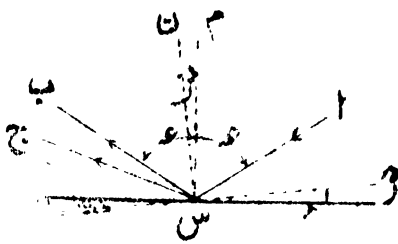
نظر اپنی شبیہ کے ان غیر متناہی سلسلوں پر ضرور پڑی ہوگی۔ اگر ان خیالوں کی تعداد کے لئے کوئی حد ہوسکتی ہے تو محض اس وجہ سے ہوسکتی ہے کہ ہر انعکاس پر کچھ نور آئینے میں 'جذب' ہوجاتا ہے۔

شیشہ کی تختی سے بنے ہوئے آئینہ میں خیال کی پیدائش

شیشہ کی تختی سے بنے ہوئے

آئینہ میں خیالات مخلوط اور منتشر نظر آتے ہیں۔ شکل (۲۰) کے معائنہ سے معلوم ہوگا کہ جب شعاعوں کی پنسل ش ا شیشے کی سامنے والی سطح پر پڑتی ہے تو اُس کا کچھ حصہ منعکس ہوکر ایک مدہم خیال ش ۱ بنتا ہے۔ پنسل کا اکثر حصہ شیشہ میں سرایت کر جاتا ہے اور اُس کی عقبی سطح پر (ج کے پاس) پہنچ کر بالکلیہ منعکس ہوتا ہے اور پھر جب شیشہ کی سامنے والی سطح سے ٹکراتا ہے تو اس حصہ کا بیشتر حصہ د ھ کی راہ سے باہر نکل آتا ہے۔ اِس سے ایک دوسرا خیال ش ۲ پیدا ہوتا ہے جو نسبتاً بہت منور ہوتا ہے۔ چونکہ (ذ) کے پاس شیشہ کی سامنے والی سطح پر پنسل کا کچھ حصہ شیشہ کے اندر منعکس ہوتا ہے اور پھر اس کی عقبی سطح پر (و) کے پاس دوبارہ شیشہ کے اندر منعکس ہوکر بالآخر ذ ک کی راہ سے باہر نکل آتا ہے اس لئے ایک تیسرا مگر مدہم خیال ش ۳ پیدا ہوتا ہے۔ شیشہ کے اندرونی انعکاسوں کا سلسلہ یہاں بھی ختم نہیں ہوتا۔ یہی عمل کئی بار دوہرایا جاتا ہے جسکی وجہ سے مزید خیال ش ۴ وغیرہ شیشہ کی تختی سے بنے ہوئے آئینہ میں خیال کی پیدائش

شکل (۲۰)

کی پیدائش ہوتی ہے۔ لیکن شعاعوں کی روشنی گھٹتے گھٹتے
اس قدر کم ہوجاتی ہے کہ یہ مزید خیال دکھائی نہیں دیتے
پس اس سے ظاہر ہے کہ عام طور پر ایسے آئینہ میں
خیالوں کا ایک سلسلہ بنتا ہے جس میں سب سے زیادہ
منوّر ش۲ ہوتا ہے۔ یہی اصلی خیال تصور ہوتا ہے
باقی دوسرے مدہم خیال اس کے ساتھ مخلوط ہوکر اسکی
وضاحت کو گھٹا دیتے ہیں۔

تحویلی آئینہ - جب شعاعوں کی ایک پنسل آئینہ پر
پڑتی ہے تو منعکس پنسل کی سمت آئینہ کی وضع کے تابع
ہوتی ہے۔ پس اگر آئینہ کی وضع بدل دی جائے تو منعکس
پنسل کی سمت بھی بدل جائیگی۔ **جب آئینہ ایک
مقررہ زاویہ میں گھمایا جاتا ہے تو منعکس پنسل
اس کے دوچند زاوئے میں گھوم جاتی ہے**

کیونکہ اگر آئینہ کی
پہلی وضع کے
لحاظ سے پنسل
کے وقوع کا
زاویہ (عہ) ہے۔
(دیکھو شکل ۲۱)
تو زاویہ انعکاس
بھی (عہ) ہوگا۔
اور واقع اور

شکل (۲۱)
تحویلی آئینہ میں شعاعوں کا انعکاس

منعکس پنسلوں کے مابین زاویۂ ۲ عہ ہوگا۔ اگر اب آئینہ زاویہ (ز) میں گھمایا جائے تو عمود س م کی وضع تبدیل ہوکر س ن ہوجاتی ہے اور ان کا درمیانی زاویہ یعنی ن س م زاویہ (ز) کے مساوی ہوتا ہے۔ پس اب زاویہ انعکاس (عہ + ز) ہوگا اور واقع اور منعکس پنسلوں کا زاویۂ میلان ا س ج = ۲ (عہ + ز)۔ لہذا منعکس پنسل کی سابقہ اور بعد کی سمتوں میں جو زاویہ ب س ج ہوگا ۲ (عہ + ز) - ۲ عہ یعنے (۲ز) کے مساوی ہوگا۔ چونکہ ا س کی سمت مستقل رکھی گئی ہے لہذا منعکس شعاع آئینے کے زاویہ تحویل کے دو چند زاویہ میں گھوم جاتی ہے۔

انعکاس کی وجہ سے نور کی سمت میں انحراف

انحراف۔ شکل (۲۱) پر مکرر غور کرنے سے معلوم ہوگا کہ شعاع ا س جو اگر آئینہ اس کے سد راہ نہ ہوتا تو سیدھی آگے کو چلی جاتی، انعکاس کی وجہ سے س ب کی سمت میں پلٹا دی گئی ہے۔ گویا اس انعکاس سے اس کی پہلی سمت اور بعد کی سمت میں جو اختلاف پیدا ہوا ہے بقدر

(π - ۲ س ب = (π - ۲ عہ) ہے

یہ زاویۂ **انحراف** ہے جو نور کی شعاع میں مستوی آئینہ کی سطح کے انعکاس سے پیدا ہوا۔

اسی طرح دو انعکاسوں سے جو انحراف پیدا ہوتا ہے بقدر

(π - ۲ عہ + π - ۲ عہَ) = ۲π - ۲ (عہ + عہَ) ہے

اس جملہ میں عہَ سے مراد دوسری سطح پر کا زاویہ ہے۔

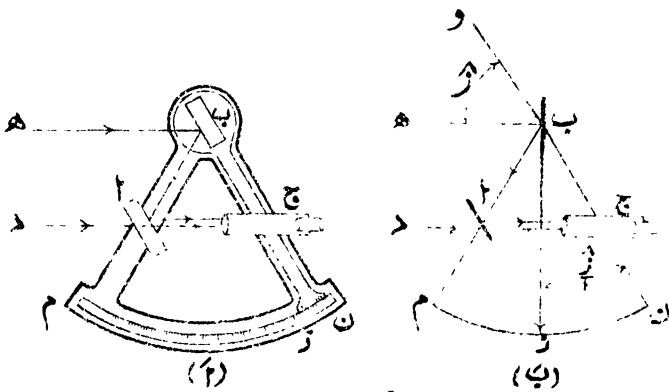
اور یہ فرض کرلیا گیا ہے کہ شعاع دونوں انعکاسوں میں ایک ہی مستوی میں رہتی ہے۔ جب تک عاکس سطحوں کا زاویۂ میلان (ذ) معلوم نہ ہو عۂ اور عۂ کا باہمی تعلق دریافت نہیں ہوسکتا۔ طالب علم کو ذراسی کوشش سے معلوم ہوجائیگا کہ ذ = عۂ + عۂ۔

پس دو انعکاسوں کی صورت میں،

انحراف = ۲ ۲ - ۲ ذ

یعنے ایک ہی مستوی میں جب کسی شعاع کا دو بار انعکاس ہوتا ہے تو اُس میں ایک مستقل انحراف واقع ہوتا ہے، جو محض اُن عاکس سطحوں کے زاویۂ میلان کے تابع ہے۔

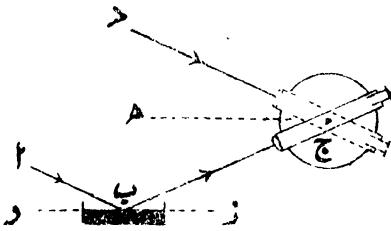
آلۂ سدس۔ سمندر پر اجرام فلکی کا ارتفاع ناپنے کے لئے ایک ایسے آلے کی ضرورت پیش آتی ہے جو جہاز کی حرکت سے یا مشاہدہ کرنے والے کے ہاتھ میں ہونے سے متاثر نہ ہو۔ آلۂ سدس ان شرایط کو پورا کرتا ہے۔ شکل (۲۲ ا اور ب) میں اس کی صراحت ہوئی ہے۔ (۲) ایک قائم آئینہ ہے جو "افقی شیشہ" کہلاتا ہے۔ اسکی صرف نصف سطح مفضض ہے۔ اِس لئے جب مشاہدہ کرنے والا دُوربین (ج) میں سے دیکھتا ہے تو اس کو افق، د ا ج کی راہ سے آکر شیشے کے غیر مفضض حصہ میں سے گزرنے والی، شعاعوں کے ذریعہ دکھائی دیتا ہے۔ ایک دوسرے آئینہ (ب) سے جو "انڈکس گلاس"

(یعنی نمائندہ شیشہ) کہلاتا ہے، اسی افق سے آنے والی دوسری شعاعیں ہ ب منعکس ہوکر ب ۲ کی سمت میں پلٹ جاتی ہیں اور پھر قائم آئینہ (۲) کے مفضض حصے سے منعکس ہوکر ۲ ج کی سمت دوربین میں داخل ہوتی ہیں، بشرطیکہ آئینے ۲ اور ب باہم متوازی ہوں۔ ایسی صورت میں مشاہدہ کرنے والے کے میدان نظر کے دونوں نصف حصوں میں افق کی تصویر نظر آئیگی۔ آئینہ ب بازو ب ز پر نصب ہے جو نقطہ (ب) میں سے گزرنیوالے ایک محور کے گرد گھومتا ہے۔ کسر پیما (ز) کے ذریعہ ایک قائم دائری پیمانہ م ن پر اس بازو کی اضافی وضع پڑھیجاسکتی ہے۔ ۲ اور ب جب متوازی ہوتے ہیں تو کسر پیما صفر نشان پر ہونا چاہئے۔ تب دوربین میں افق کے دونوں حصے مسلسل خط میں نظر آئینگے۔

شکل (۲۲)
آلۂ سدس

کسی ستارے یا آفتاب کا ارتفاع معلوم کرنے کے لئے آئینہ (ب) جس بازو پر نصب ہوتا ہے اس کو گھما کر

شکل (۲۲ ب) کی وضع میں لاتے ہیں۔ اِس سے اُس جرم سے آنے والی شعاعیں د ب آئینہ (ب) سے منعکس ہوکر ب ا ج کی راہ سے دوربین میں داخل ہوتی ہیں۔ اور مشاہدہ کرنے والے کو ستارہ یا آفتاب کا نیچے کا کنارہ افق سے لگا ہوا دکھائی دیتا ہے۔ صفحہ (۴۷) پر گھومنے والے آئینہ سے متعلق جو کیفیت بیان ہوئی تھی اس سے ظاہر ہے کہ جرم کا زاویۂ ارتفاع د ب ھ آئینہ (ب) جس زاویہ میں گھومتا ہے اس کا دوچند ہے۔ واضح ہو کہ یہاں منعکس شعاع کو قائم رکھا گیا ہے اور واقع شعاع کی سمت میں تبدیلی پیدا کی گئی ہے۔ پس دائری پیمانہ م ن پر کسر پیما (ز) جس زاویہ میں گھومیگا اُس ستارے یا قرص آفتاب کے نیچے والے کنارے کے ارتفاع کا نصف ہوگا۔ عموماً دائری پیمانے کے نشانوں کی قیمت دوہری لکھی جاتی ہے یعنے اگر زاویہ ایک درجہ ہے تو اس کو دو درجہ لکھتے ہیں تاکہ کسر پیما کے نشان سے ارتفاع راست معلوم ہوجائے (اور زاویہ کو دو سے ضرب دینے کی ضرورت نہ واقع ہو) پیمانہ م ن علی العموم ۶۰ درجوں کا ہوتا ہے (اسی لئے اس آلہ کو سدس کہتے ہیں)۔ اور چونکہ ہر درجہ کی قیمت دوہری کردی جاتی ہے اس لئے اُس پر ۱۲۰° تک نشان کئے ہوتے ہیں۔ آفتاب کا ارتفاع ناپتے وقت آئینوں ا اور ب اور نیز ا اور ج کے بیچ میں کالے رنگ کے شیشے کی تختیاں حائل کی جاتی ہیں تاکہ نور کی حدّت میں حسب ضرورت تخفیف ہو۔

مصنوعی افق۔ خشکی پر سے کسی جرم فلک کا ارتفاع

دریافت کرنا ہوتا ہے تو "مصنوعی افق" سے کام لیا جاتا ہے۔ اس کے لئے یا تو شکل (۲۳) کی طرح ایک دُور بین استعمال کرتے ہیں جو ایک انتصابی درجہ دار دائرے پر گھوم سکتی ہے یا آلہ سدس۔ ایک اوتھل ظرف میں تھوڑا سا پارہ ڈالدیتے ہیں۔ اس سے ایک صحیح افقی سطح پیدا ہوتی ہے جس پر سے ستارہ کی شعاع ۲ب منعکس ہوکر ب ج کی راہ سے دُور بین میں داخل ہوتی ہے۔ پھر دُور بین کو راست ستارے کی طرف پھیر کر زاویہ ب ج د ناپ لیا جاتا ہے۔ اگر آلہ سدس استعمال ہو تو اُس سے بھی یہ زاویہ ناپ لیا جاسکتا ہے۔ چونکہ پارے کی آزاد سطح ہمیشہ اُفقی رہتی ہے پس اگر دُور بین کے مستوی میں پارے کی سطح پر ایک خط و ز کھینچا جائے تو وہ دُور بین کے محور میں سے گزرنیوالے افقی خط ھ ج کا متوازی ہوگا۔

شکل (۲۳)

مصنوعی اُفق کا استعمال

لہذا ∠ھ ج ب = ∠ج ب ز = ∠۲ ب و

لیکن د ج اور ۲ ب متوازی ہیں، پس ∠۲ ب و = ∠د ج ھ = ∠ھ ج ب

اور اس لئے ستارے کا ارتفاع ۲ب̂و = $\frac{1}{2}$ ∠د ج ب۔

چونکہ دُور بین یا آلہ سدس سے یہ زاویہ ناپ لیا جاتا ہے

اس لئے ستارے کے ارتفاع کی تعیین ہو جاتی ہے۔

پارے کی سطح پر ہوا وغیرہ کی حرکت سے لہریں پیدا ہونے کا احتمال رہتا ہے۔ اس لئے بعض اوقات ایک کالے شیشہ کا آئینہ استعمال کیا جاتا ہے لیکن مشاہدہ کرنے سے پہلے اس کی سطح کو سپرٹ لیول (العولی الافق نما) کے ذریعہ ٹھیک افقی وضع میں لانا پڑتا ہے۔ بہتر طریقہ یہ ہے کہ پارے پر ایک تیرنے والی شیشہ کی مسطح تختی ڈھانپ دی جاتی ہے۔ اس کی وجہ سے پارے پر لہریں بننے نہیں پاتیں اور سطح غیر متحرک رہتی ہے۔ ایک اور بھی طریقہ ممکن ہے۔ اگر شیرے کا سا کوئی لزج مائع ہو تو سطح لہروں سے صاف تو رہتی ہے لیکن چونکہ نور کی شعاعوں کا کچھ حصہ اُس میں سرایت کر جاتا ہے اس لئے اس سے منعکس شعاعوں میں اتنی روشنی نہیں ہوتی جتنی پارے کی سطح سے منعکس ہونے والی شعاعوں میں ہوتی ہے۔

مصنوعی افق کے استعمال سے ایک بڑا فائدہ یہ ہے کہ مشاہدہ کرنے والے کی سطح بحر سے جو بلندی ہوتی ہے اس کی خطا کی تصحیح کی ضرورت نہیں پیش آتی۔ جب مشاہدہ کرنے والا سطح بحر سے بلندی پر واقع ہوتا ہے اور سمندر کے اُفق کے لحاظ سے کسی جرم فلک کا ارتفاع ناپتا ہے تو اس کی بلندی کی وجہ سے زاویۂ ارتفاع جو ناپا جائیگا حقیقی زاویہ سے کسیقدر زیادہ ہوگا۔ اس خطا کی تصحیح کے لئے مشاہدہ کرنے والے کی سمندر کی سطح سے جو بلندی ہے اس کا معلوم کرنا ضرور ہوتا ہے۔

تیسرے باب کی مشقیں

(۱)۔ انعکاس نور کے کلیئے لکھو۔ اگر نور کی شعاع ایک مستوی آئینہ کے ساتھ زاویہ ذ بناتی ہے، تو ثابت کرو کہ بعد انعکاس اُس کی سمت پہلی سمت کے ساتھ زاویہ ۲ذ بناتی ہے۔

(۲)۔ ثابت کرو کہ جب کوئی شخص ایک مستوی آئینہ کی طرف حرکت کرتا ہے تو اُس کا خیال بھی اسی رفتار سے حرکت کرتا ہے۔ اور جب شخص کو قائم رکھ کر آئینہ کو شخص کی طرف لیجاتے ہیں تو خیال کی رفتار آئینہ کی رفتار سے دو چند ہوتی ہے۔

(۳)۔ جب نور کی شعاع، زاویۂ قائمہ پر مائل، دو آئینوں میں سے ایک آئینہ پر پڑتی ہے تو بتاؤ دو انعکاس کے بعد اُس کی سمت اُس کی پیشتر کی سمت کے متوازی ہوتی ہے۔

(۴)۔ ایک شخص جس کی آنکھ زمین سے ۵ فٹ ۸ انچ بلندی پر واقع ہے، ایک انتصابی مستوی آئینہ کے سامنے، جو زمین پر رکھا ہوا ہے، مُنہ کرکے کھڑا ہے۔ دریافت کرو آئینہ کی اونچائی کیا ہے جبکہ اُس شخص کو آئینہ میں اپنے پیروں کے نیچے کے حصّے ٹھیک نظر آئیں۔

(۵)۔ شکل کے ذریعہ بتاؤ مستوی آئینہ میں کسی منوّر شے کا خیال کس طرح دکھائی دیتا ہے۔ اور اس کو ثابت کرو کہ یہ خیال آئینہ کے اتنا ہی پیچھے واقع

ہے جتنا کہ وہ شے اُس کے سامنے ہے

(۶) دو مستوی آئینوں کا زاویۂ میلان ژ ہے۔ اگر نور کی ایک شعاع جو ابتداءً ان میں سے ایک آئینہ کے متوازی تھی، دو انعکاس کے بعد دوسرے آئینہ کے متوازی ہو جائے تو بتاؤ ژ کی قیمت کیا ہے۔

(۷) آلہ سدس کا اصول بیان کرو۔ اس کے ذریعہ سے قرصِ آفتاب زمین کے ساتھ جو زاویہ بناتا ہے، اُس کی پیمائش کس طرح ہو سکتی ہے سمجھاؤ۔

(۸) مصنوعی افق کے ذریعہ ایک ستارے کا ارتفاع ناپا گیا تو ۵۸° معلوم ہوا۔ لیکن بعد کو دریافت ہوا کہ مصنوعی افق کی تیاری میں جو آئینہ استعمال ہوا تھا حقیقی افق سے ۳° درجہ پر مائل تھا اور ڈھلاؤ کا رُخ اسی طرف تھا جس طرف مشاہدہ کرنے والے کا رُخ تھا۔ بتاؤ ستارے کا صحیح ارتفاع کیا ہے

(۹) شکل کھینچکر ۴۵° پر مائل دو مستوی آئینوں میں خیالوں کے محل بتاؤ۔ اور تین انعکاس سے جو خیال پیدا ہوتے ہیں ان میں سے ایک خیال بنانے والی شعاعوں کے گزرنے کا راستہ بتاؤ۔

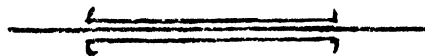
(۱۰) دو متوازی آئینوں میں نور کے انعکاس سے مضاعف خیال کیسے بنتے ہیں سمجھاؤ۔ ان میں سے تیسرا خیال آنکھ کو ایک آئینہ میں جن شعاعوں کی پنسل کے ذریعہ دکھائی دیتا ہے شکل کھینچکر بتاؤ۔ [ل - ی]

(۱۱) - جب ایک مستوی کو گھماتے ہیں تو منعکس شعاعوں کی پنسل کے گھومنے کا زاویہ آئینہ کے گھومنے کے زاویہ کا دوچند ہوتا ہے، اس کو ثابت کرو۔ آلہ سدس کی عام تصریح کرو۔ [کیمبرج سینیر لوکل]

(۱۲) - ایک ہی مستوی میں، جب نور کی شعاع (ن) بار منعکس ہوتی ہے تو اس کا انحراف دریافت کرکے ایک جملہ کے ذریعہ معلوم کراو۔

(۱۳) - شعاع واقع کے ساتھ اگر ایک منعکس شعاع کو ۴۰° کے مستقل زاویہ پر مائل رکھنا ہو تو آئینوں کو کس طرح ترتیب دینا چاہئیے دریافت کرو۔ (واضح ہو کہ اس صورت میں انحراف کا زاویہ [π + ۴۰°] ہے)

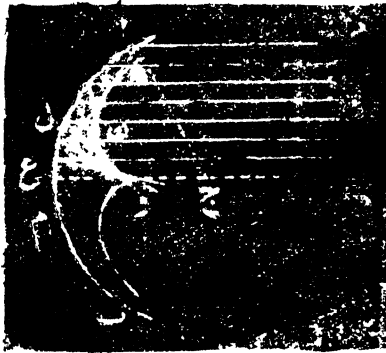
(۱۴) - ثابت کرو کہ جب کوئی شعاع دو بار منعکس ہوتی ہے تو اس کا انحراف مستقل ہوتا ہے بشرطیکہ شعاع ایک ہی مستوی میں رہے۔ اگر عاکس سطحوں کا زاویۂ میلان ۴۵° ہو تو یہ انحراف کیا ہوگا؟

(۱۵) - اگر دو مستوی آئینے کسی بھی زاویہ پر مائل ہوں تو ثابت کرو کہ اس زاویہ کے اندر جب کوئی شئے واقع ہوتی ہے تو اس کے تمام خیال ایک دائرہ کے محیط پر نظر آتے ہیں جس کا مرکز ان آئینوں کے خط تقاطع پر ہوتا ہے۔

کروی آئینے

متوازی شعاعوں کا کروی آئینے سے انعکاس

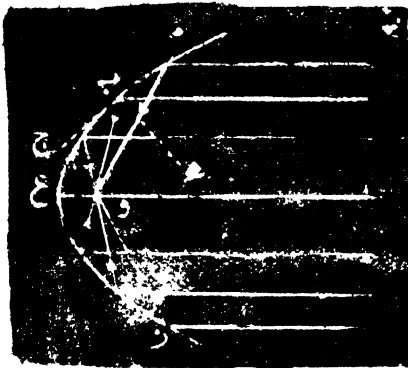
ایک کروی غلاف کی اندرونی سطح پر فرض کرو چاندی چڑھا کر اُس کی ایک قاش کاٹ لی گئی ہے۔ اگر قاش کے مرکز میں سے ایک مستوی اُس کی سطح تک کھینچا جائے تو ایک دائری قوس کی شکل کا منحنی پیدا ہوگا۔ جیسے شکل ۲۱ میں ا ع ب۔ ایسی سطح پر جب متوازی شعاعوں کی ایک پنسل پڑتی ہے تو ہر ایک شعاع صفحہ (۳۴،۳۳) کے انعکاس کے کلیوں کے تابع منعکس ہوتی ہے۔ چنانچہ شعاع د ا کا انعکاس خط ا ھ کی راہ سے ہوتا ہے جو نصف قطر ج ا کے ساتھ زاویۂ انعکاس ج ا ھ زاویۂ وقوع د ا ج کے مساوی بناتا ہے۔ واضح ہو کہ ج ا نصف قطر ہونے کی وجہ سے کروی سطح پر بمقام (ا) عمود ہے۔ دوسری شعاعیں بھی اسی طرح منعکس ہوتی ہیں اور بعد انعکاس

سب کی سب ایک منحنی ۲ن و سے تماس کرتی ہیں اس منحنی کو انگریزی میں کاسٹک کہتے ہیں - ہم اسکو خطِ آتشی کہینگے درحقیقت یہ اعظم تنویر (اور حرارت) کا منحنی ہے۔ شکل کے معائینہ سے واضح ہوگا کہ نقطہ (و) اس منحنی کا قرن ہے جہاں منحنی کے تمام حصّوں سے زیادہ روشنی نظر آتی ہے - چائے کے پیالہ پر دور کے کسی چراغ کی جب تیز شعاعیں پڑتی ہیں تو چائے کی سطح پر اِس شکل کا منحنی صاف دکھائی دیتا ہے - شکل (۲۴) میں وضاحت کی غرض سے آئینہ کے صرف آدھے حصہ پر شعاعوں کا انعکاس بتایا گیا ہے -

قرن سے منحنی کا جس قدر فاصلہ بڑھتا ہے روشنی گھٹتی جاتی ہے شکل (۲۴) کے معائنہ سے معلوم ہوگا کہ منحنی کے کم روشن حصوں پر آئینہ کے بڑے حصوں سے شعاعیں منعکس ہوکر متقاطع ہوتی ہیں مثلاً ۲ اور ل کے درمیانی حصوں

شکل (۲۴)
کروی سطح سے متوازی شعاعوں کا انعکاس

سے یا م اور ب کے درمیانی حصوں سے، جو آئینہ کے وسطی حصّہ ل ع م کی بہ نسبت بہت زیادہ وسیع ہیں - اگر

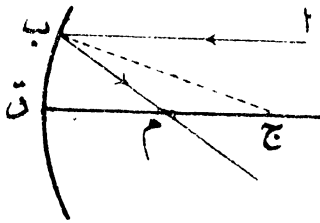
یہ حصّے نکال (یا ڈھانپ) دیئے جائیں تو باقیماندہ حصّے (ل ع م) سے منعکس ہو کر جو شعاعیں آئینگی منحنی کے قرن (و) اور اس کے قریب کے حصّوں پر سے گزرینگی۔ ایسے منور نقطہ (و) کو ماسکہ کہتے ہیں۔ جب شعاعیں متوازی ہوتی ہیں تو یہ نقطہ اصلی ماسکہ کہلاتا ہے۔

مکافی آئینہ۔ طالب علم نے دیکھا ہوگا کہ کروی آئینہ سے جب متوازی شعاعوں کا انعکاس ہوتا ہے تو تمام شعاعیں ایک ماسکی نقطہ پر جمع نہیں ہوتیں۔ صرف وہی شعاعیں تقریباً ایک نقطہ پر سے گزرتی ہیں جو آئینہ کے وسطی حصّہ پر پڑتی ہیں۔ اگر ایک وسیع پنسل کو ایک ماسکی نقطہ پر جمع کرنا مقصود ہو تو قطع مکافی کی شکل کا آئینہ چاہیئے۔ شکل (۲۵) میں منحنی ب ع ز کے ذریعہ ایسے آئینہ کی تراش بتائی گئی ہے۔ اِس منحنی کو محور ع آ کے گرد گھمانے سے ایسے آئینہ کی پوری سطح بن جائیگی۔ قطع مکافی کی مشہور ترین خواص یہ ہے کہ اُس کے ماسکہ (و) سے جب کوئی خط و ب اس کے کسی نقطہ (ب) تک کھینچتے ہیں اور (و ب) سے

شکل (۲۵)
مکافی آئینہ سے نور کا انعکاس

ایک خط ب ق اُس کے محور کے متوازی کھینچتے ہیں تو اُن کے میلان کے زاویئے قطع کے نقطہ (ب) کے پاس کے خط مماس کے ساتھ باہم مساوی ہوتے ہیں۔ پس عمود ب ھ کے ساتھ بھی اُن کے میلان کے زاویئے مساوی ہیں۔ اسلئے واضح ہے کہ ق ب کی طرح جو کوئی بھی شعاع ایسے آئینہ پر محور ع أ کے متوازی واقع ہوگی انعکاس کے بعد نقطہ ماسکہ (د) سے ہوکر گزرے گی۔

اِس اصول سے بعض اوقات ایسی قندیلوں کے بنانے میں مدد لی جاتی ہے جو بڑی بڑی وسعت کی متوازی شعاعوں کی پنسلیں تیار کرنے میں استعمال ہوتی ہیں۔ آئینہ کے ماسکی نقطہ (د) کے پاس اگر ایک بہت ہی روشن چراغ رکھ دیا جائے تو انعکاس کے بعد شعاعوں کی ایک پنسل بنیگی جو محور کے متوازی ہوگی۔ جنگی جہازوں کی سرچ لائیٹ (تجسسی روشنی) ایسی ہی متوازی شعاعوں کی ایک وسیع پنسل ہوتی ہے جو مکافی آئینہ کے ماسکی نقطہ پر قوسی چراغ جلانے سے پیدا ہوتی ہے۔ چونکہ شعاعیں متوازی ہوتی ہیں پھیلنے نہیں پاتیں۔ اس لئے بڑی دور تک ان کے نور کی حدت برقرار رہتی ہے۔ جو کچھ بھی حقیقی پھیلاؤ ہوتا ہے اِس کی وجہ یہ ہے کہ مبداء نور محض ایک نقطہ (د) پر نہیں واقع ہوتا ہے۔ [اکثر جو پھیلاؤ نظر آتا ہے مجازی ہے کیونکہ بصارت کے اسباب ایسے ہیں کہ ان کی وجہ سے متوازی خطوط جوں جوں دیکھنے والے سے دُور ہوتے جاتے ہیں بظاہر ایک دوسرے سے قریب تر ہوتے ہوئے دکھائی دیتے ہیں۔ مترجم]

کروی آئینے۔ کارہائے مناظر کے قابل اچھے مکافی

آئینوں کا بنانا مشکل ہے۔ معہذا ان کو صرف متوازی پنسلوں کے ساتھ استعمال کر سکتے ہیں۔ اِن وجوہ سے کروی آئینوں ہی سے کام لیا جاتا ہے۔ اگر صرف اُن کے وسطی مقام کے محدود حصّوں سے روشنی کا انعکاس عمل میں آئے تو کاسٹک یعنے آتشی خط کے بعید حصّے روک دیئے جاتے ہیں اور قرن کے پاس کا حصّہ باقی رہ جاتا ہے۔ کروی آئینوں کی جو شکلیں دی جائینگی اُن میں سطحوں کا انحنا اور محور کے عمود کی جانب میں ابعاد بغرض وضاحت حقیقت سے زائد بتائے جائینگے اگر یہ صحیح پیمانہ پر کھینچے جائیں تو شعاعیں باہمدیگر اس قدر قریب ہونگی کہ ان کا امتیاز نہ ہوسکیگا۔

مرکز انحنا (ج) اس کرہ کا مرکز ہے آئینہ جس کا حصہ ہے۔ دیکھو شکل (۲۶)۔ آئینہ کا وسطی نقطہ قطب کہلاتا ہے۔ مرکز اور قطب پر سے گزرنے والے

شکل (۲۶)

مقعر کروی آئینہ

خط ق ج کو اصل محور کہتے ہیں۔ ایک شعاع ا ب جو اصل محور کے متوازی ہے انعکاس کے بعد اصلی ماسکہ م میں سے گزرتی ہے۔ اور انعکاس کے کلیتوں کی رو سے

ا ب^ ج = ج ب^ م ۔ لیکن ب ج^ م = ا ب^ ج

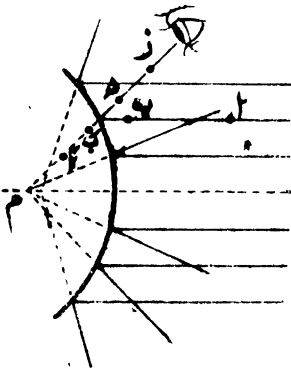
پس ج ب م = ب ج م اور م ب = م ج۔
چونکہ عملاً تمام شعاعیں اصلی محور سے بہت قریب ہوتی ہیں اس لئے م ق اور م ب میں نہایت نزدیک کی مساوات ہے۔ اور بلا تکلف م ق = م ب لکھا جاسکتا ہے جس سے یہ نتیجہ نکلتا ہے کہ آئینہ کا اصلی ماسکہ اس کے مرکز اور قطب کے ٹھیک بیچ میں واقع ہوتا ہے

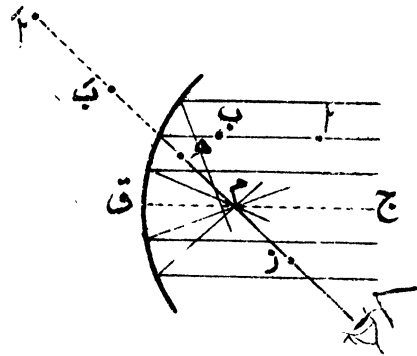
قطب اور اصلی ماسکہ کے فاصلہ ق م کو آئینہ کا ماسکی فصل (ف) کہتے ہیں۔ اگر انحنا کے نصف قطر کو (ص) لکھا جائے تو

ص = ۲ ف

تجربہ (۹) ایک مقعر آئینہ سے نور کا انعکاس

نقشہ کشی کے تختہ پر کاغذ بچھا کر اس پر ایک مقعر آئینہ کھڑا کرو۔ ۲ اور ب پر دو الپیں انتصابی وضع میں ایک خط میں قائم کرو، جو محور ق ج کے متوازی ہو۔ آئینہ میں اگر نگاہ افقی رکھکر دیکھا جائے تو ۲ اور ب کے خیال ۲َ اور بَ نظر آئینگے۔ ھ اور ز پر دو اور الپین قائم کردو کہ وہ ۲َ اور بَ کی سیدھ میں نظر آئیں۔ پھر ھ اور ز پر سے ایک خط مستقیم کھینچو۔ واضح ہے کہ شعاع واقع ۲ ب انعکاس کے بعد ھ ز کی سمت میں پلٹ جاتی ہے۔ محور کے متوازی دوسری شعاعوں کے ساتھ بھی اسی طرح عمل کیا جائے تو معلوم

شکل (۲۷)

مقعّر سطح سے انعکاس

شکل (۲۸)

محدّب سطح سے انعکاس

ہوگا کہ جب شعاعوں کا فاصلہ محور سے کم ہوتا ہے تو بعد انعکاس ان کا گزر ایک نقطہ (م) پر سے ہوتا ہے (جو اصلی ماسکہ ہے)۔ لیکن جب شعاعیں محور سے دُور واقع ہوتی ہیں تو انعکاس کے بعد وہ اس نقطہ پر سے نہیں گزرتیں۔ شکل (۲۷)۔

تجربہ (۱۰)۔ ایک محدّب آئینہ سے نور کا انعکاس۔ اب ایک محدّب آئینہ کو نقشہ کشی کے کاغذ پر انتصابی وضع میں رکھ کر پیشتر کی طرح تجربہ کرو۔ محور کے متوازی اور اُس کے قریب سے گزرنے والی شعاعیں بعد انعکاس ایک نقطہ (م) سے جو آئینہ کے پیچھے واقع ہے آتی ہوئی نظر آئینگی۔ شکل (۲۸)۔

نقطہ کا خیال کروی آئینہ میں۔ فرض کرو شکل (۲۹) میں ایک مقعر آئینہ کے اصلی محور پر (ش) ایک منور نقطہ ہے۔ اس سے جو شعاعیں آئینہ پر پڑینگی انعکاس کے کلیوں کے موافق منعکس ہونگی۔ اگر ش ۲ خ ایک ایسی منعکس شعاع ہے تو

ش ۲̂ ج = ج ۲̂ خ انکو ی̂ سے تعبیر کرو

زاویہ ۲ خ̂ ق کو اگر ز̂ سے تعبیر کیا جائے تو

۲ ج̂ ق = ز̂ - ی̂ اور ۲ ش̂ ق = ز̂ - ۲ ی̂

شکل (۲۹)

مقعر آئینہ کے لحاظ سے صفر العاد کے شخص اور خیال کے محل

چونکہ زاویہ ۲ ج̂ ق کا نیم قطری پیمانہ $\frac{\text{قوس ۲ ق}}{\text{ق ج}}$

یا $\frac{\text{۲ ق}}{\text{ص}}$ ہے اور عملاً ساری شعاعیں آئینہ پر محور سے بہت قریب واقع ہوتی ہیں جس کی وجہ سے زاوئے نہایت

چھوٹے ہوتے ہیں، اس لئے بغیر کسی قابل لحاظ خطا کے مساوات ذیل میں لکھی جا سکتی ہیں:—

$$\hat{ز} = \frac{٢ اق}{خ} \quad \ldots\ldots\ldots (١)$$

$$\hat{ز} - \hat{ی} = \frac{٢ اق}{ص} \quad \text{------} (٢)$$

$$\hat{ز} - ٢\hat{ی} = \frac{٢ اق}{ش} \quad \text{------} (٣)$$

جن میں (ص) سے مراد آئینہ کا نصف قطر ہے، (ش) سے مراد آئینہ سے (شخص) کا فاصلہ اور (خ) سے مراد (خیال) کا فاصلہ ہے۔

مساوات (١) اور (٣) کو جمع کرنے سے

$$٢\hat{ز} - ٢\hat{ی} = \frac{٢ اق}{خ} + \frac{٢ اق}{ش}$$

اور مساوات (٢) کو ٢ سے ضرب دینے سے

$$٢\hat{ز} - ٢\hat{ی} = \frac{٢ \times ٢ اق}{ص}$$

$$\therefore \frac{٢ اق}{خ} + \frac{٢ اق}{ش} = \frac{٢ \times ٢ اق}{ص} \quad \text{یا} \quad \frac{١}{خ} + \frac{١}{ش} = \frac{٢}{ص}$$

اگر بجائے $\frac{ص}{٢}$ کے ف یعنے ماسکی طول لکھا جائے تو

$$\frac{١}{خ} + \frac{٢}{ش} = \frac{١}{م}$$

یہ ایک نہایت اہم اور مفید مساوات ہے جو آئینہ سے شخص اور خیال کے فاصلوں کا تعلق اس کے ماسکی طول کے

ذریعہ بتاتی ہے۔

مثال۔ ایک مقعر آئینہ سے ۷۵ سم فاصلہ پر ایک شئے واقع ہے۔ اگر آئینہ کا نصف قطر ۵۰ سم لمبا ہو تو بتاؤ خیال کہاں بنیگا۔

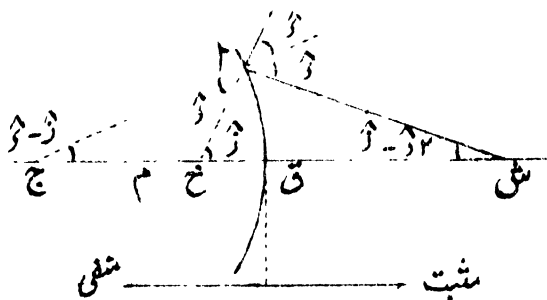
یہاں ش = ۷۵، م = $\frac{\text{نق}}{۲}$ = ۲۵، خ معلوم کرنا ہے

چونکہ $\frac{1}{\text{خ}} + \frac{1}{\text{ش}} = \frac{1}{\text{م}} \therefore \frac{1}{\text{خ}} + \frac{1}{۷۵} = \frac{1}{۲۵}$ ،

پس $\frac{1}{\text{خ}} = \frac{1}{۲۵} - \frac{1}{۷۵} = \frac{۳-۱}{۷۵} = \frac{۲}{۷۵}$

$\therefore \text{خ} = \frac{۷۵}{۲} = ۳۷٫۵$

یعنے خیال آئینے سے ۳۷٫۵ سنتی میتر پر واقع ہے۔

محدب آئینے۔ تجربہ (۱۰) میں بتایا گیا تھا کہ ایسے آئینہ پر متوازی شعاعیں پڑتی ہیں تو انعکاس کے بعد ایک نقطہ سے جو آئینہ کے پیچھے واقع ہے، پھیلتی ہوئی نظر آتی ہیں۔ یہ منعکس شعاعیں کسی حقیقی ماسکہ پر سے نہیں گزرتی ہیں۔

شکل (۳۰)
محدب آئینہ میں صفر البعاد کے شئے اور خیال کے محل

اِس لئے اِن سے پردے پر کسی جگہ بھی منوّر نقطہ پیدا نہیں ہوتا ہے۔ لیکن جب آنکھ میں داخل ہوتی ہیں تو نقطہ (م) پر (شکل ۲۸) ایک منوّر نقطہ دکھائی دیتا ہے جہاں سے یہ شعاعیں پھیلتی ہوئی نظر آتی ہیں، جیسا کہ قبل ازیں اس بارے میں (صفحہ ۳۹) پر بیان ہوچکا ہے۔ ایسے ماسکہ کو **مجازی ماسکہ** کہتے ہیں۔

جب مبداء نور ایک منوّر نقطہ (ش) ہے اور آئینہ کے اصلی محور پر واقع ہوتا ہے تو شعاعیں بعد انعکاس ایک مجازی ماسکہ (خ) سے پھیلتی ہوئی نظر آتی ہیں (شکل ۳۰)۔ (خ) بھی اصلی محور پر واقع ہوتا ہے اور ایک **مجازی خیال** کہلاتا ہے۔ شکل کے معائنہ سے معلوم ہوگا کہ، مقعر آئینہ کی طرح (صفحہ ۶۵)

$$\hat{\text{ز}} = \frac{\text{اق}}{\text{خ}} \quad \ldots\ldots\ldots (۱)$$

$$\hat{\text{ز}} - \hat{\text{ء}} = \frac{\text{اق}}{\text{ص}} \quad \ldots\ldots\ldots (۲)$$

$$۲\hat{\text{ء}} - \hat{\text{ز}} = \frac{\text{اق}}{\text{ش}} \quad \ldots\ldots\ldots (۳)$$

(۱) اور (۳) سے $۲\hat{\text{ء}} - ۲\hat{\text{ز}} = \frac{۲\text{اق}}{\text{ش}} - \frac{۲\text{اق}}{\text{خ}}$

(۲) سے $۲\hat{\text{ء}} - ۲\hat{\text{ز}} = \frac{۲\text{اق}}{\text{ص}}$

$$\therefore\ -\frac{۱}{\text{خ}} + \frac{۱}{\text{ش}} = -\frac{۲}{\text{ص}} = -\frac{۱}{\text{م}} \quad \ldots\ldots (۴)$$

علامات کے متعلق قرارداد۔ آئینوں کے متعلق جو

مساواتیں اخذ کی گئی ہیں ان کو صحت کے ساتھ سمجھنے اور استعمال کرنے کے لئے خ، ش، ص، کی علامتوں کی نسبت ایک قرارداد ضروری ہے - سب سے زیادہ عام یہ ہے :

واقع شعاعیں جس سمت میں جاتی ہیں اُس جانب آئینہ سے جو مقداریں ناپی جاتی ہیں منفی تصور کیجاتی ہیں، اور جو اُس کے مخالف جانب جاتی ہیں مثبت تصور کی جاتی ہیں -

مثلاً شکل (۳۰) میں، واقع شعاعیں سیدھے طرف سے بائیں طرف کو جارہی ہیں - پس خط ق ش، جو آئینے سے بائیں طرف سے سیدھے طرف ناپا جاتا ہے، مثبت ہے، یعنے (ش) مثبت ہے - ق خ اور ق ج جو سیدھے طرف سے بائیں طرف ناپے جاتے ہیں، منفی ہیں - پس (خ) اور (ص) منفی ہیں - اسی طرح (م) بھی منفی ہے اس لئے مساوات (۴) میں، (خ) اور (م) ہمارے اس قرارداد کے بموجب لازماً منفی مقداریں ہیں - اگر مساواتوں میں مقداروں کے عوض ان کی عددی قیمتیں لکھتے وقت اس بات کو یاد رکھ کر اس کے بموجب عمل کیا جائے تو تمام کروی آئینوں کے لئے (خواہ وہ مقعر ہوں یا محدب) ذیل کی مساوات کو عام اور ہر صورت پر حاوی تصور کیا جاسکتا ہے :—

$$\frac{1}{خ} + \frac{1}{ش} = \frac{1}{م} \quad \text{------} \quad (۵)$$

مثال - ایک منوّر نقطہ ایک محدّب کروی آئینہ سے ۴۰ سم فاصلہ پر واقع ہے - آئینہ کا نصف قطر ۶۰ سم ہے خیال کا محل دریافت کیا جائے -
شکل (۲۸) اور (۳۰) کے معائنہ سے واضح ہے کہ محدّب آئینہ کا ماسکی طول (م) اور نصف قطر (ص) ہمیشہ منفی ہوتے ہیں -

$$\text{پس}\quad \text{م} = \frac{\text{ص}}{۲} = -۳۰$$

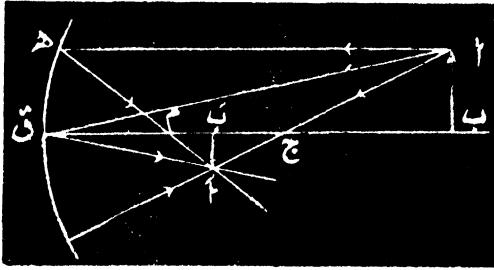
$$\text{چونکہ}\quad \frac{۱}{\text{خ}} + \frac{۱}{\text{ش}} = \frac{۱}{\text{م}} \quad \text{یعنے}\quad \frac{۱}{\text{خ}} + \frac{۱}{۴۰} = -\frac{۱}{۳۰}$$

$$\frac{۱}{\text{خ}} = -\frac{۱}{۳۰} - \frac{۱}{۴۰} = \frac{-۴-۳}{۱۲۰} = -\frac{۷}{۱۲۰}$$

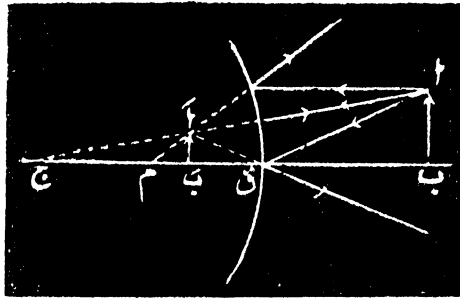
$$\therefore\ \text{خ} = -\frac{۱۲۰}{۷} = -۱۷\frac{۱}{۷}\ \text{سنتی میتر}$$

یعنے 'خیال' آئینہ کے پیچھے اس سے ۱۷،۱۴ سنتی میتر دور واقع ہے -

'شخص' اور 'خیال' جن کے ابعاد صفر نہ ہوں - جب 'شخص' محض ایک نقطہ نہیں ہوتا ہے اُس کے مختلف حصّے مختلف مقاموں پر واقع ہونگے - اصلی محور پر جو حصہ (یا نقطہ) ہوگا اس کے خیال کا محل تو متذکرہ بالا طریقہ سے معلوم ہوجاتا ہے - دوسرے حصّوں (یا نقطوں) کے خیالوں کے محل دریافت کرنے کی ضرورت پیش آتی ہے - شکل (۳۱) میں فرض کرو ۲ ا ب ایک شخص ہے - (۲) کے خیال کا محل معلوم کرنے کے لئے یہ بات یاد رکھنی چاہئے کہ اس نقطہ سے

بیشمار شعاعیں نکل کر آئینہ پر پڑتی ہیں اور اس سے منعکس ہوکر

شکل (۳۱)
مقعر آئینہ میں خیال کی پیدائش

کسی ایک ماسکہ پر سے گزرتی ہیں - ان میں سے چند خاص شعاعیں منتخب کی جاسکتی ہیں - شعاع اھ پر غور کرو جو آئینہ کے اصلی محور کے متوازی ہے - بعد انعکاس وہ اصلی ماسکہ (م) پر سے گزرتی ہے - ایک دوسری شعاع ا ج جو آئینہ کے مرکز پر سے گزرتی ہے آئینہ کی سطح پر عمودی واقع ہوتی ہے اس لئے بعد انعکاس جس سمت سے آئی تھی ٹھیک اُسی سمت واپس لوٹتی ہے - اِن دو منعکس شعاعوں کے نقطہ تقاطع سے (اَ) کے خیال کا محل مشخص ہوسکتا ہے - ایک تیسری شعاع اق سے بھی مدد مل سکتی ہے، جو آئینہ کے قطب پر پڑتی ہے اور بعد انعکاس ق اَ کی راہ سے زاویہ ب ق ا کو اَ ق بَ کے مساوی بناتے ہوئے چلی جاتی ہے - یہ تینوں شعاعیں نقطہ (اَ) پر ملتی ہیں - ان کے سوا اور شعاعیں بھی بعد انعکاس یہیں ملینگی

بشرطیکہ آئینہ کروی سطح کا بڑا حصّہ نہ ہو جیسا کہ صفحہ (۵۷)

شکل (۳۲)
محدّب آئینہ میں خیال کی پیدائش

پر بیان ہوا ہے۔ پس (اَ) نقطہ (ا) کا خیال ہے۔ دوسرے نقطوں کی شعاعوں کے ساتھ بھی یہی عمل کرکے ہم بتا سکتے ہیں کہ خط اَبَ خط اب کا خیال ہے۔

اگر شکل (۳۲) کی طرح آئینہ محدّب ہو تو بھی اسی طریقہ سے خیال کا محل دریافت ہو جائیگا۔ لیکن وہ آئینہ کے عقب میں بنیگا اور مجازی ہوگا۔

شخص اور خیال کے قد۔ آئینہ خواہ مقعر ہو یا محدّب شخص اور خیال کے قدوں میں ایک سادہ نسبت ہوتی ہے جو شکل (۳۱) یا (۳۲) کے معائنہ سے بآسانی دریافت ہو جاتی ہے۔ چونکہ مثلث اب ج اور اَبَ ج کے زاویے آپس میں مساوی ہیں اس لئے وہ باہم متشابہ ہیں

لہذا $\frac{\text{اَبَ}}{\text{بَ ج}} = \frac{\text{اب}}{\text{ب ج}}$

$$\text{پس}\ \frac{\text{خیال کا قد}}{\text{شخص '' ''}} = \frac{\text{خیال کا فاصلہ مرکز سے}}{\text{شخص '' '' '' ''}}$$

اگر مثلثوں اَقَ بَ اور اق ب پر نگاہ ڈالی جائے تو $\frac{\text{اَبَ}}{\text{قَ بَ}} = \frac{\text{اب}}{\text{ق ب}}$

$$\therefore \frac{\text{خیال کا قد}}{\text{شخص '' ''}} = \frac{\text{خیال کا فاصلہ آئینہ سے}}{\text{شخص '' '' '' ''}} = \frac{\text{خ}}{\text{ش}}$$

شکل (۳۱) میں خیال اُلٹا ہے اور (خ) اور (ش) دونوں علامتیں مثبت ہیں۔ پس جب $\frac{\text{خ}}{\text{ش}}$ کی علامت مثبت ہوتی ہے تو خیال الٹا بنتا ہے۔

شکل (۳۲) میں خیال سیدھا ہے اور (خ) کی علامت منفی، (ش) کی علامت مثبت ہے۔ پس جب $\frac{\text{خ}}{\text{ش}}$ کی علامت منفی ہوتی ہے تو خیال سیدھا بنتا ہے۔

مثال۔ ایک جسم ۳۰ سم اونچا، ایک ۱۵ سم ماسکی طول کے آئینہ سے ۶۰ سم فاصلہ پر واقع ہے۔ دریافت کرو اس کے خیال کا محل اور قد کیا ہے جبکہ آئینہ (ا) مقعر ہے (ب) محدب ہے۔

(ا) $\text{ش} = ۶۰$، $\text{م} = ۱۵ \quad \therefore \frac{۱}{\text{خ}} + \frac{۱}{۶۰} = \frac{۱}{۱۵}$

$\frac{۱}{\text{خ}} = \frac{۱}{۱۵} - \frac{۱}{۶۰} = \frac{۳}{۶۰} \quad \therefore \text{خ} = +۲۰$ سنتی میٹر

لہذا خیال آئینے کے سامنے، اس سے ۲۰ سنتی میٹر فاصلہ پر ہوگا۔

اور چونکہ $\frac{\text{خ}}{\text{ش}} = \frac{۲۰}{۶۰} = +\frac{۱}{۳}$

$\therefore$ خیال کا قد = + ۳ × $\frac{۱}{۴}$ = ۱ سنتی میتر
اور وہ اُلٹا ہے

(ب) ش = ۶۰، م = -۱۵ $\therefore$ $\frac{۱}{خ}$ + $\frac{۱}{۶۰}$ = - $\frac{۱}{۱۵}$

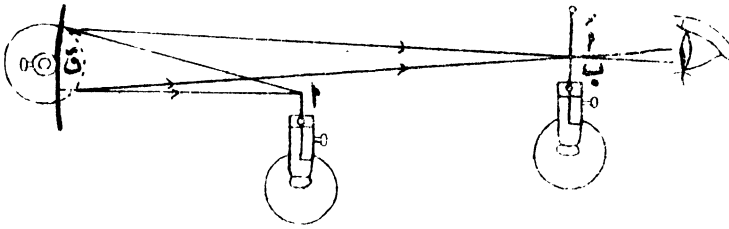
$\frac{۱}{خ}$ = - $\frac{۱}{۱۵}$ - $\frac{۱}{۶۰}$ = - $\frac{۵}{۶۰}$ $\therefore$ خ = -۱۲ سنتی میتر

لہذا خیال آئینہ کے عقب میں، اس سے ۱۲ سنتی میتر فاصلہ پر ہوگا

اور چونکہ $\frac{خ}{ش}$ = $\frac{-۱۲}{+۶۰}$ = - $\frac{۱}{۵}$،

$\therefore$ خیال کا قد = - $\frac{۳}{۵}$ سنتی میتر

اور وہ سیدھا ہے

تجربہ (۱۱)۔ ایک مقعر آئینہ کے ماسکی طول کی تعیین۔ ایک مقعر آئینہ کو، ایک چمٹی یا قرنبیق کی ٹیکن کے سہارے، انتصابی وضع میں کھڑا کرو۔ ایک الپن کو چمٹی میں پکڑ کر، آئینے سے کچھ فاصلہ پر، افقی وضع میں اس طور پر رکھو کہ اس کی نوک (۲) آئینہ کے محولہ سے قریب ہو۔ شکل (۳۳۔ ۲) کا ایک حقیقی خیال (۲َ) پر پیدا ہوگا۔ اگر آنکھ ایسے مقام پر واقع ہو کہ شعاعیں بعد انعکاس (۲َ) پر متقاطع ہونے کے بعد کسی قدر پھیل کر اس میں داخل ہوسکتی ہیں تو یہ خیال اس کو دکھائی دیگا۔ اب ایک دوسرے الپن (ب) کو بتدریج ہٹا کر خیال (۲) کے پاس لیجاؤ اور اس طرح رکھو کہ اس کی نوک خیال کی نوک کو چھولے۔

شکل (۳۴)
طریقہ اختلاف منظر سے ایک مقعر آئینہ کے ماسکی طول کی تعین

جب آنکھ کو اوپر نیچے ہٹا کر دیکھنے پر بھی (ب) اور (اَ) ملے ہوئے نظر آئینگے تو سمجھنا چاہئیے کہ (ب) ٹھیک (اَ) کے مقام پر واقع ہے اور اختلاف منظر باقی نہیں رہا۔ آئینہ سے (ا) اور (ب) کے فاصلے ناپ لئے جائیں اور صفحہ (۶۸) کی مساوات (۵) سے ماسکی طول (م) شمار کیا جائے۔ پھر الپن (ا) کو کسی دوسری جگہ رکھ کر اس کا فاصلہ آئینہ سے بدل دیا جائے اور یہ تجربہ کئی بار مختلف فاصلوں کے ساتھ دوہرایا جاے۔ نتائج جدول کی شکل میں اس طرح لکھے جائیں:

ش	خ	$\frac{1}{خ} + \frac{1}{ش} = \frac{1}{م}$

تجربہ (۱۲) ترسیمی طریقہ سے خیال کی دریافت۔ کمپاس اور تکوں کے ذریعہ سے صفحہ (۷۲) کی مثال حل کی جائے۔ شکل پیمانے کے بموجب بنائی جائے۔ محور کے متوازی فاصلوں کے لئے بجائے اسنتی میٹر ایک میٹر پیمانہ اختیار کیا جائے، اور محور کے عمودی فاصلوں کے لئے سنتی میٹر کے لئے سنتی میٹر ہی اختیار کیا جائے۔

زوجی ماسکے۔ چونکہ شعاع منعکس ہوکر جس راستہ سے جاتی ہے اگر اس کے ٹھیک مخالف سمت میں اس کا وقوع ہو تو بعد انعکاس وہ پیشتر کی سمتِ وقوع کے ٹھیک مخالف سمت میں چلی جاتی ہے اس لئے واضح ہے کہ 'شخص' اور 'خیال' کے مقام باہمدیگر متبدّل ہیں۔ یعنے اگر شخص کو پیشتر کے موقعہ سے ہٹا کر خیال کے موقعہ پر رکھیں تو خیال شخص کے سابقہ موقعہ پر چلا جائیگا۔ جو ضابطہ ہم نے کروی آئینوں کے انعکاس سے متعلق دریافت کیا ہے اُس کے ذریعہ سے انعکاس کی چند خاص خاص صورتوں پر تفصیل کے ساتھ غور ہوسکتا ہے:

(۱) شخص جب آئینہ سے لاتناہی فاصلہ پر ہوتا ہے، ش = ∞

$$\frac{1}{خ} + \frac{1}{ش} = \frac{1}{م} \text{ ، } \therefore خ = م$$

یعنے خیال آئینہ کے اصلی ماسکہ پر بنتا ہے (دیکھو شکل ۲۶)

(۲) جب شخص آئینہ سے کسی دور کے مقام پر واقع ہوتا ہے،

$$\frac{1}{خ} + \frac{1}{ش} = \frac{1}{م} \therefore خ = \frac{ش م}{ش - م}.$$

خیال کا فاصلہ آئینہ سے (م) سے بڑا ہوتا ہے اس لئے کہ

$$\frac{ش}{ش - م} > ۱$$

(تنبیہ۔ اگر لا < ما لکھا جائے تو مثل انگریزی کے اس کا مفہوم یہ ہے کہ لا بڑا ہے ما سے۔ اسی طرح لا > ما کا مفہوم ہوگا لا چھوٹا ہے ما سے۔ واضح ہو کہ صرف علامتیں انگریزی کتابت کی سی رکھی گئی ہیں۔ چونکہ اردو میں تحریر صفحہ کے سیدھے طرف سے شروع ہوکر بائیں طرف ختم ہوتی ہے اور انگریزی میں اِس کے برعکس، اور علامتیں بعینہ انگریزی طرز پر رکھی گئیں اِس لئے ضروری معلوم ہوا کہ طالبِ علم کو اِس سے مطلع کیا جائے۔ مترجم)

(۳) جب شخص آئینہ کے مرکزِ انحنا پر ہوتا ہے، ش = ۲م

$$\therefore خ = \frac{۲م^۲}{م} = ۲م، \therefore خ = ش۔$$

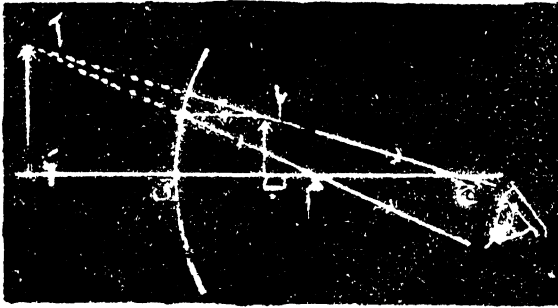
یعنے شخص اور خیال دونوں مرکزِ انحنا پر واقع ہوتے ہیں۔ یہ نتیجہ یوں بھی نکل آتا ہے کہ شعاعیں آئینہ پر عمودی واقع ہونے سے بعد انعکاس ان کی واپسی اُن کے وقوع کی ٹھیک مخالف سمت میں ہوتی ہے۔

(۴) جب شخص آئینہ کے سامنے اصلی ماسکہ سے کسیقدر زائد فاصلہ پر ہوتا ہے، تو یہ صورت (۲) کی مزدوج ہوتی ہے۔ پس اس کے سمجھنے کے لئے شکل (۳۱) میں اَب کو شخص اور ۲ب کو اس کا خیال تصور کیا جاسکتا ہے۔

(۵) جب شخص اصلی ماسکہ پر ہوتا ہے، ش = م
خ = ∞ یعنے خیال لاتناہی پر بنتا ہے۔ واضح ہو کہ یہ صورت (۱) کی مزدوج ہے۔ جب شخص شکل (۲۹) میں م پر واقع ہوتا

ہے تو شعاعیں بعد انعکاس متوازی ہوتی ہیں۔

(۶) جب شخص اصلی ماسکہ اور آئینہ کے بیچ میں کہیں بھی واقع ہوتا ہے، تو چند عجیب باتیں پائی جاتی ہیں۔ چونکہ ش > م

اور خ = ش م / ش - م، لہذا خ منفی ہے اور خیال آئینہ کے پیچھے بنتا ہے۔

شکل (۳۴)

مقعر آئینہ سے مجازی خیال کی پیدائش

صفحہ (۷۰) پر جو ہندسی طریقہ بتایا گیا ہے اُس پر عمل کرنے سے معلوم ہوگا کہ اِس صورت میں انعکاس کے بعد شعاعیں موسّع ہوتی ہیں۔ پس خیال ا َ ب َ آئینہ کے پیچھے (شکل ۳۴) اور مجازی ہوتا ہے۔ واضح ہو کہ ب َ ج < ب ج، اسلئے خیال بہ نسبت شخص کے بڑا ہوتا ہے۔ معہذا خ/ش منفی ہونے کی وجہ سے خیال سیدہا ہوتا ہے۔

[تنبیہ۔ کروی آئینوں اور نیز پتلے عدسوں سے پیدا ہونے والے خیالوں کے محل، قد اور نوعیت وغیرہ کے متعلق

مترجم نے انٹرمیڈیٹ کی جماعت کے لئے جو عملی طبیعیات پر کتاب لکھی ہے اس میں ترسیمی عمل کے ذریعہ سے شرح و بسط کے ساتھ نتائج اخذ کئے گئے ہیں- طالبِ علم ان کو مکرر دیکھ لیں تو انسب ہوگا-] مترجم-

چوتھے باب کی مشقیں

(۱)- جب نور کے متوازی شعاعوں کی پنسل ایک وسیع مقعر آئینہ پر پڑتی ہے تو بتاؤ کیا دکھائی دیتا ہے- شعاعوں کو ایک ماسکہ پر جمع ہونے کے لئے کن شرائط کی تکمیل چاہئے بیان کرو-

(۲)- نصف قطر ۶۵ سم والے ایک مقعر آئینہ کے اصلی محور پر ایک منوّر نقطہ واقع ہے- اگر اُس کا فاصلہ آئینہ سے ۵۵ سم ہے تو بتاؤ خیال کس مقام پر بنیگا-

(۳)- ایک مقعر آئینہ کا ماسکی طول ناپنے کے لئے کوئی طریقہ بیان کرو-

(۴)- ایک چھوٹے قد کا مبداء نور اگر دیا جائے تو بتاؤ اس سے متوازی شعاعوں کی ایک موسع پنسل کیونکر حاصل کیجا سکتی ہے-

(۵)- ایک روشن تار کا چراغ، ۶۰ سم نصف قطر والے ایک مقعر آئینے سے ۴۲ سم فاصلہ پر واقع ہے- اگر تار کا طول ۶ سم ہو تو اُس کے خیال کا محل اور طول دریافت کرو-

(۶) - منہ دیکھنے کے لئے بعض اوقات بجائے مستوی آئینوں کے مقعر آئینے استعمال کئے جاتے ہیں - اس کی وجہ سمجھاؤ -

(۷) - ایک مقعر آئینہ کا نصف قطر ۴۰ سم ہے - جب ۲½ سم قطر کا ایک قرص اُس سے بالترتیب (ا) ۲۵ سم (ب) ۱۵ سم فاصلہ پر رکھا جاتا ہے، تو دریافت کرو خیال کا محل اور قد کیا ہوگا -

(۸) - ترسیمی عمل اور نیز حسابی عمل سے خیال کے قد اور محل کی تعیین کرو جبکہ ۳۰ سم نصف قطر والے ایک مقعر آئینہ کے سامنے ۴۰ سم فاصلہ پر ۵ سم اونچی ایک چیز رکھی جاتی ہے -

(۹) ۴ سم لمبی ایک سلاخ کو جب ۳۰ سم نصف قطر والے ایک مقعر آئینہ کے سامنے کھڑا کرتے ہیں تو ۲ سم طول کا ایک خیال پیدا ہوتا ہے - بتاؤ شخص اور خیال کے محل کیا ہیں -

(۱۰) - ایک مقعر کروی آئینہ کا نصف قطر ۱۸ سم ہے - ایک شئے کو ایسی جگھوں پر آئینہ کے سامنے کھڑا کرتے ہیں کہ حقیقی شبیہ کا قد (ا) شئے کے قد کا نصف، (ب) اس کا دو چند، ہوتا ہے - دریافت کرو ان صورتوں میں بالترتیب شئے کا فاصلہ آئینہ سے کیا ہوگا -

(۱۱) - ایک چیز دو انچ اونچی ۴ انچ ماسکی طول کے ایک مقعر آئینہ کے سیدھے جانب ۱۶ انچ فاصلہ پر استادہ کیجاتی ہے - صحیح پیمانہ پر شکل کھینچکر خیال کا محل اور قد معلوم کرو -

اِس شکل سے متذکرہ ذیل قاعدے کی تصدیق کرو: "اگر شخص ماسکہ کے سیدھے جانب ماسکی طول کے (ن) فاصلہ

پر ہو، تو خیال، ماسکہ کے سید سے جانب ماسکی طول کے $\frac{1}{n}$ فاصلہ پر ہوتا ہے، اور اس کی تکبیر $\frac{1}{n}$ ہوتی ہے۔
[کیمبرج۔ سینئر لوکل۔]

(۱۲)۔ مقعر کروی آئینہ کے نصف قطر، آئینہ سے صفر الابعاد کے شخص اور خیال کے فاصلوں میں جو باہمی تعلق ہے ثابت کرو۔ اور اس کے ذریعہ سے بتاؤ کہ آئینہ کا ماسکی طول اس کے انحنا کے نصف قطر کا آدھا ہے۔ [ل۔ ی۔]

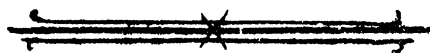
(۱۳)۔ کاغذ کے پردے میں ایک روشن جھری بنائی گئی ہے۔ اس سے ۲۵ء۱ گنا ایک متوازی خیال، ایک مقعر آئینہ کے ذریعہ، ایک دوسرے پردے پر جو اس سے ۱۵ سم دور واقع ہے بنانا مقصود ہے آئینہ کا ماسکی طول دریافت کرو اور شکل کھینچکر بتاؤ وہ کہاں رکھا جائے۔ [ل۔ ی۔]

(۱۴)۔ ۲۰ سم نصف قطر کا ایک مقعر آئینہ اور ۳۰ سم نصف قطر کا ایک محدب آئینہ ایک دوسرے کے مقابل، ایک مشترک محور پر واقع ہیں۔ ان کے بیچ میں ۴۰ سم فاصلہ ہے۔ مقعر آئینہ کے سامنے ۱۵ سم فاصلہ پر ۵ سم لمبی ایک شئے آئینوں کے محور پر عمود وار رکھی گئی ہے۔ پہلے مقعر اور پھر محدب آئینہ سے انعکاس ہوکر جو شبیہ بنیگی اس کا محل اور اس کی نوعیت دریافت کرو۔

(۱۵)۔ ایک محدب آئینہ اور ایک مستوی آئینہ، ایک دوسرے کے مقابل، ۲۸ سم کے فاصلہ سے رکھے ہوئے ہیں۔ اُن کے ٹھیک بیچ میں، محدب آئینہ کے اصلی محور پر، ایک چھوٹی منوّر چیز واقع ہے۔ جب مستوی آئینہ میں دیکھتے ہیں تو

اِس منور چیز کے دو خیال نظر آتے ہیں۔ شکل کھینچکر بتاؤ یہ خیال کس طرح بنتے ہیں۔ اور محدب آئینہ کا نصف قطر شمار کرو، اگر دو انعکاسوں سے پیدا ہونے والا خیال مستوی آئینہ کے ۳۵ سم پیچھے بنتا ہے۔

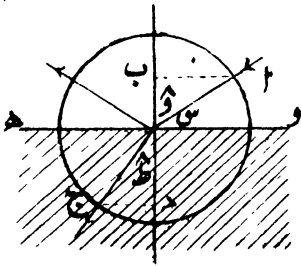
(۱۶) آفتاب کا قرص سطح زمین پر سے دیکھتے ہیں تو نصف درجہ زاویہ بناتا ہے۔ ایسے مقعر آئینہ کا نصف قطر معلوم کرو جس سے ایک پردے پر آفتاب کا حقیقی خیال ۴٫۵ سم قطر کا پیدا ہو۔

(۱۷) ایک چیز ۴۰ سم لمبی ایک محدب آئینہ سے ۱۴ سم پر اور اُس کے اصلی محور پر عمود وار کھڑی ہے۔ اگر مجازی خیال ۲٫۵ سم لمبا ہو تو آئینہ کا مرکزِ انحنا دریافت کرو۔

پانچواں باب

انعطاف نور

عام بحث ۔ ایک متجانس واسطہ میں نور کی اشاعت خطوطِ مستقیم میں ہوتی ہے ۔ جب نور کسی دوسرے واسطہ سے ٹکراتا ہے تو اِس سے پیشتر کے باب میں ہم نے دیکھا کہ واسطوں کی سطحِ فاصل پر اس کا انعکاس ہوتا ہے ۔ فی الحقیقت سب کا سب نور منعکس نہیں ہوتا ۔ اُس کا کچھ حصہ دوسرے واسطہ میں بھی داخل ہوتا ہے ۔ اکثر اشیاء ایسے ہیں کہ ان میں نور کا بہت قلیل جزو سرایت کرتا ہے ۔ لیکن بعضوں میں ' جو شفاف کہلاتے ہیں ' نور کا ایک معتد بہ حصہ داخل ہوجاتا ہے ۔ یہاں ہم ان امور پر بحث کرینگے جو ' ایک واسطہ سے دوسرے واسطہ میں نور کے داخل ہونے سے متعلق ہیں ۔ یہ یاد رکھنا چاہئے کہ ایسی صورتوں میں مقدار نور کا جو جزو منعکس ہوگا یا دوسرے واسطہ میں سرایت کریگا نہ صرف واسطوں کی نوعیت پر موقوف ہے بلکہ زیادہ تر نور کے زاویۂ وقوع

کے تابع ہے۔ پہلے ہوا سے نکلکر نور کے کسی دوسرے شفاف مادّے، مثلاً پانی یا شیشہ میں، جانے پر غور کیا جائیگا پانی یا شیشہ ہوا سے باعتبار نور کثیف تر ہے۔ جب نور کی شعاعیں ایک واسطہ سے نکلکر دوسرے، باعتبار نور زیادہ کثیف، واسطہ میں داخل ہوتی ہیں تو سطح فاصل کے عمود کی طرف مڑجاتی ہیں۔ اِس مڑنے کا نام انعطاف رکھا گیا ہے۔ جب نور ایک زیادہ لطیف واسطہ میں داخل ہوتا ہے تو عمود پر سے پرے ہٹ جاتا ہے۔

انعطاف کے کلیّے نور کا انعطاف دو کلیوں کے تابع ہے، جو انعکاس کے کلیوں کے کسیقدر مشابہ ہیں

شکل (۳۵)
انعطاف کے کلیّوں کی توضیح

پہلا کلیّہ۔ واقع اور منعطف شعاعیں اور نقطۂ وقوع کے پاس کا سطح پر کا عمود تینوں ایک ہی مستوی میں ہوتے ہیں۔

دوسرا کلیّہ۔ زاویہ وقوع اور زاویۂ انعطاف کی جیبوں کی نسبت کسی دو واسطوں کے لئے مستقل ہوتی ہے۔ شکل (۳۵) میں، فرض کرو ھ د سطح فاصل ہے۔ یعنے ھ د کے اوپر کا مادّہ یا واسطہ ہوا ہے اور اُس کے نیچے کا مادّہ یا واسطہ پانی یا شیشہ ہے۔ نور کی شعاع ا س سطح سے (س) پر ملتی ہے اور زاویۂ وقوع ا س ب ہے۔ نور کا کچھ حصہ منعکس ہوتا

ہے لیکن کچھ حصہ دوسرے واسطہ میں داخل ہوکر س ج کی راہ چلا جاتا ہے۔ س ج شعاع منعطف ہے اور د س ج زاویۂ انعطاف۔

انعطاف کے دوسرے کلیّہ سے

$$\frac{\text{جب} \angle \text{ا س ب}}{\text{جب} \angle \text{ج س د}} = \text{ایک مستقل}$$

اس مستقل کو ان دو واسطوں کا **انعطاف نما** کہتے ہیں۔ یورپین زبانوں میں اس کے لئے یونانی حرف (μ) علامت رکھی گئی ہے۔ ہم نے اس کے لئے علامت (م) تجویز کی ہے۔

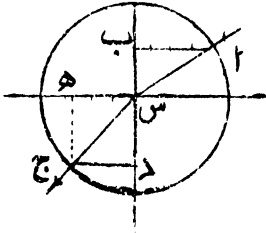
$$\text{م} = \frac{\text{جب}\ \hat{\text{و}}}{\text{جب}\ \hat{\text{ط}}}$$

شکل (۳۵) سے ظاہر ہے کہ جب $\hat{\text{و}}$ = $\frac{\text{اب}}{\text{س ا}}$ اور جب $\hat{\text{ط}}$ = $\frac{\text{ج د}}{\text{س ج}}$۔

$$\therefore \text{م} = \frac{\text{جب}\ \hat{\text{و}}}{\text{جب}\ \hat{\text{ط}}} = \frac{\text{ا ب}}{\text{س ا}} \cdot \frac{\text{س ج}}{\text{ج د}} = \frac{\text{ا ب}}{\text{ج د}}$$

اس لئے کہ س ا اور س ج ایک دائرے کے نصف قطر ہیں جس کا مرکز (س) ہے۔

اس طریقہ استدلال سے شعاع منعطف کی سمت دریافت کرنے کا ایک مفید ہندسی عمل مترتب ہوتا ہے۔

مثال۔ نور کی ایک پنسل پانی کی سطح سے ٹکراتی ہے، زاویہ وقوع ۶۰° ہے۔ منعطف پنسل کی سمت دریافت کرو۔

شکل (۳۶) میں زاویہ ا س ب ۶۰° کے مساوی بناؤ۔ (س) کو مرکز مان کر کوئی ایک دائرہ کھینچو۔ (س) میں سے گزرنے والے عمود پر ایک خط ا ب عمود وار کھینچو۔ چونکہ پانی کا انعطاف نما تقریباً $\frac{4}{3}$ ہے ا ب کو ۴ مساوی حصوں پر تقسیم کرو۔ اور ایک خط س ھ ان میں سے ایک حصہ کا ۳ گنا قطع کرو (ھ) میں سے ایک خط ھ ج (س) میں سے گزرنے والے عمود کا متوازی کھینچو جو دائرہ سے نقطہ (ج) پر ملے۔ ج د واضح ہے کہ ا ب کا $\frac{3}{4}$ ہوگا۔ پس س ج شعاع منعطف ہے۔ اس لئے کہ

شکل (۳۶)

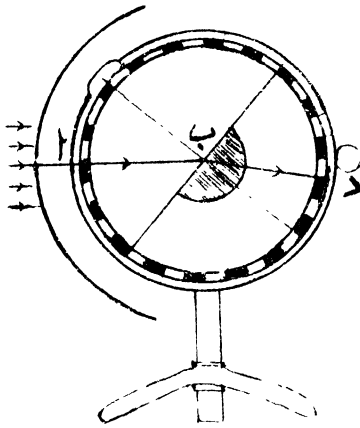
منعطف شعاع کی سمت دریافت کرنے کا طریقہ

$$\frac{\text{ا ب}}{\text{ج د}} = \frac{4}{3}$$

انعطاف کے کلیوں کا تجربہ کے ذریعہ ثبوت

انعطاف کے کلیوں کے ثبوت کے لئے صفحہ (۳۶) والا مناظری قرص استعمال ہوسکتا ہے۔ بجائے آئینہ کے نصف دائرہ کی شکل کی شیشہ کی ایک تختی لیجائے۔ واقع پنسل ا ب (شکل ۴) تختی کی مستوی سطح سے ٹکراتی ہے اور شیشہ میں داخل ہوکر منعطف ہوجاتی ہے۔ تختی سے نکلتے وقت چونکہ اس کا گزر نصف قطر کی سمت میں ہوتا ہے، انعطاف نہیں واقع ہوتا اس لئے ب د کی سمت شیشہ میں انعطاف کی سمت ہے۔

تختی کو پھیر کر مختلف وضعوں میں رکھنے سے وقوع کے مختلف زاوئیے اور ان کے متعلقہ انعطاف کے زاوئیے مشاہدہ ہوسکتے ہیں۔ اور ان کے ذریعہ $\frac{\text{جب و}}{\text{جب ط}}$ کے استقلال کا ثبوت مل سکتا ہے۔

معہذا تختی کو پھیر کر اگر شعاع کو شیشہ میں اس کی دائری سطح سے داخل اور مستوی سطح سے خارج ہونے دیا جائے تو یہ بھی ثابت ہوسکتا ہے کہ جب پنسل شیشہ سے نکل کر ہوا میں آتی ہے تو عمود سے پرے ہٹ جاتی ہے۔ مثلاً شکل (۳۶) میں اگر پنسل شیشہ میں ج س کی

شکل (۳۶)
مناظری قرص کے ذریعہ سے انعطاف کے کلیوں کا ثبوت

راہ سے گزرتی ہے تو ہوا میں اس کا نفوذ س ا کی راہ سے ہوگا۔ ایسی صورت میں انعطاف نما

$$\frac{\text{جب} \angle \text{ج س د}}{\text{جب} \angle \text{ا س ب}} = \text{م}' = \frac{1}{\text{م}}$$ ہوگا۔

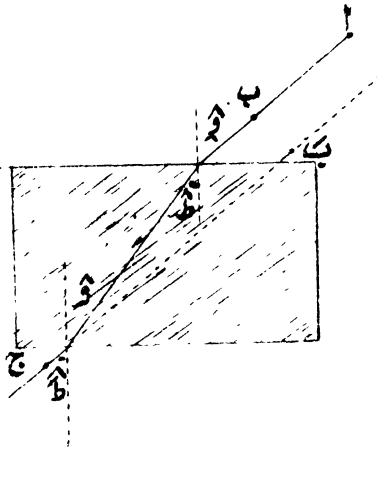
یعنے خارج شعاع کے لئے انعطاف نما کی قیمت

داخل شعاع کے انعطاف نما کی قیمت کی متکافی ہوتی ہے

صفحہ (۳۶) پر جو ہدایت انعکاس کے پہلے کُلیّہ کے متعلق دی گئی ہے انعطاف کے پہلے کلیّہ پر بھی حاوی ہوتی ہے۔

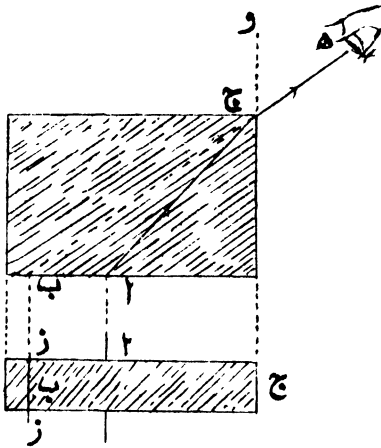
تجربہ (۱۳) شیشہ کے ایک مستطیل کُندے میں نور کا انعطاف۔ کاغذِ نقشہ کشی کے ایک تاؤ پر شیشہ کا ایک مستطیل کندا ایسی وضع میں رکھو کہ اُس کے لمبے کنارے افقی واقع ہوں اور ا اور ب پر شکل (۳۸) ایک ایک الپن کھڑا کرو۔ مقابل پہلو سے کندے میں د ج کے رستے دیکھنے سے الپن بمقام اَ اور بَ نظر آئینگے جو ا اور ب کے الپنوں کے خیال ہیں۔ دو اور الپن ج اور د پر اسی خط پر کھڑا کرو جس پر اَ اور بَ نظر آتے ہیں۔ کاغذ پر کندے کے گرد پنسل سے نشان کرو۔ کندے اور الپنوں کو اٹھا لو۔ ا اور ب کو کندے تک ایک خط کھینچکر ملاؤ۔ اسی طرح ج اور د کو دوسرا خط کھینچکر ملاؤ۔ اَب شیشہ میں

شکل (۳۸)

شیشہ کے کُندے کے انعطاف نما کی تعیین

(ھ) کے پاس داخل اور (و) کے پاس خارج ہونے والی شعاع کا راستہ ہے۔ یعنے شیشہ کے اندر شعاع کا راستہ ھو ہے۔ طالب علم کو یہ بھی معلوم ہوگا کہ خط ج د خط اب کا متوازی ہے۔ (ھ) اور (و) پر بالترتیب ان کے متعلقہ سطحوں پر عمود کھینچو۔ زاویے و، ط اور و، ط ناپ لو۔ اور جب و / جب ط کی قیمت دریافت کرو۔ یا جس طرح شکل (۳۶) میں بتایا گیا تھا (ھ) کو مرکز بناکر دائرہ کھینچو اور اس کی مدد سے عمودوں کے طولوں کی نسبت دریافت کرو۔ یہی عمل پانچ اور (ایک دوسرے سے مختلف) زاویۂ وقوع کی شعاعوں کے ساتھ دوہراؤ۔ اور ایک جدول کی شکل میں نتائج کو قلمبند کرو۔

تجربہ (۱۴) شیشہ کے ایک کندے کے انعطاف نما کی پیمائش۔

تجربہ (۱۳) میں شیشہ کا جو کندا استعمال ہوا تھا اس کو اس کے سب سے چھوٹے کنارے پر کھڑا کرو جیسا کہ شکل (۳۹) میں پلین (خاکہ) اور ایلیویشن (ارتفاع) کھینچکر بتایا گیا ہے۔ شیشہ کے نیچے کاغذ پر ایک خط (۲) اس کے چھوٹے کنارے کے متوازی کھینچو۔ جب شیشہ کے اندر ایک بازو سے نظر ڈالی جائیگی تو خط (۲) شکستہ نظر آئیگا۔ اس کا جو حصہ (ب) شیشہ کے اندر سے نظر آئیگا اسکے حقیقی مقام (۲) سے آگے کو ہٹا ہوا دکھائی دیگا۔

آنکھ کو حسب ضرورت اوپر یا نیچے ہٹاؤ۔ حتی کہ خط کا حصہ (ب) اور کندے (ج) کا کنارہ منطبق نظر آئیں۔ تب کاغذ پر (ب) کے نظر آنے کے مقام (ذ) پر نشان کردو۔ جیسا کہ

ایلیویشن (ارتفاع) کے ذریعہ بتایا گیا ہے شعاع کا راستہ ا ج ھ ہے۔ کاغذ پر شکل کا ایلیویشن کھینچنے سے زاویے

ا ج د اور

ب ج د دریافت ہوجائینگے۔ بعدازاں

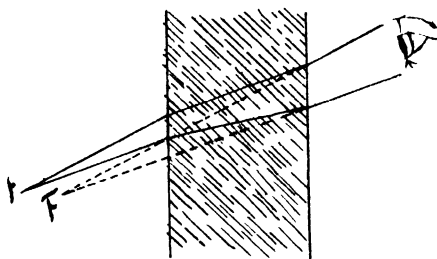
جب < ب ج د / جب < ا ج د

کی قیمت معلوم کرلی جائے۔ کُندے کے مادّے کا یہی انعطاف نما ہے۔

شکل (۳۹)

مرکی تعیین خط کے ظاہری انتقال مکان کے ذریعہ سے

شفاف جسم کی ظاہری موٹائی۔ شفاف مادّے کی تختی میں، سے جب کوئی چیز دیکھی جاتی ہے تو اُس کے اصلی مقام سے دیکھنے والے کو، قریب تر نظر آتی ہے، جب نگاہ ترچھی پڑتی ہے تو تختی کے ایک جانب ہٹی ہوئی بھی نظر آتی ہے۔ شکل (۴۰) میں (۲) سے نکلی ہوئی دو شعاعیں بتائی گئی ہیں۔ جب یہ شیشہ کی ایک موٹی تختی میں سے گزرتی ہیں تو ہرایک شعاع تختی سے باہر نکل کر اپنی اصلی سمت کے متوازی چلی جاتی ہے، لیکن انعطاف کی وجہ سے، جب یہ خارج شعاعیں پیچھے کی طرف بڑھائی جاتی ہیں تو ایک نئے نقطے (۲َ) پر ملتی ہیں۔ (۲َ) اب مبداء نور کا ظاہری

مقام ہے۔

شکل (۴۰)

شیشہ کی تختی میں سے گزر کر شعاعوں کا ہٹ جانا

جب نگاہ تختی پر عمودی پڑتی ہے تو مبدا، نور (۲) صرف اوپر اُٹھ کر (د) کے پاس نظر آتا ہے۔ (دیکھو شکل ۴۱) جہاں سے خارج شعاعیں پھیلتی ہیں۔ شکل کے معائنہ سے واضح ہوگا کہ

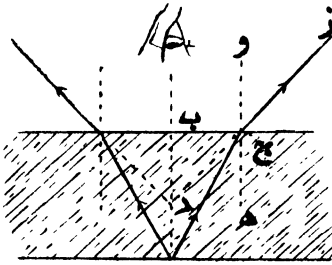
و ج̂ ز = د ج̂ ھ = ب د̂ ج، اور ۲ ج̂ ھ = ب ۲̂ ج

م = جب ∠ و ج ز / جب ∠ ۲ ج ھ = جب ∠ ب د ج / جب ∠ ب ۲ ج = ب ج / د ج × ۲ ج / ب ج = ۲ ج / د ج ۔

لیکن آنکھ میں صرف وہی شعاعیں داخل ہوتی ہیں جو عمود سے بالکل قریب ہیں۔ پس نقطہ (ج) فی الحقیقت (ب) سے بہت قریب ہوگا۔ لہٰذا بجائے ۲ج̅ ہم ۲ب̅ لکھ سکتے ہیں اور بجائے دج̅، دب̅ ۔

پس م = واسطہ کی حقیقی موٹائی (ب ۲) / " ظاہری " (ب د)

تجربہ (۴۱) خردبین کی مدد سے انعطاف نما

کی تعیین ۔ ایک سیار خرد بین چاہئے، جس کی خردہ پیما بیچ یا معمولی پیمانہ اور کسرپیما کے ذریعہ انتصابی حرکت کی پیمائش ہوسکے۔ خردبین کے زینہ پر ایک شیشہ کی تختی رکھو اور اُس پر تھوڑا سا لائیکو پوڈیم کا یا کوئی اور سفوف چھڑک کر

شکل (۴۱) شفاف مادے کی وجہ سے کسی چیز کا اوپر اوٹھا ہوا نظر آنا

اُس کے دیکھنے کے لئے خردبین کو ماسکہ پر لاؤ ۔ اور کسرپیما کا نشان پڑھ لو ۔ پھر سفوف پر شیشہ کی ایک معمولی تختی رکھو اور خردہ پیما بیچ کے ذریعہ خردبین کو اوپر چڑھاؤ حتٰی کہ سفوف پھر ماسکہ پر آئے ۔ کسرپیما کا نشان مکرر دیکھ لیا جائے ۔ اِس سے شکل ۴۱ کے ا د کا طول نکل آئیگا ۔ اِس کے بعد خرد بین کو اور اوپر چڑھاکر شیشہ کی اوپر والی سطح دیکھنے کے لئے ماسکہ پر لاؤ ۔ کسرپیما کا نشان پڑھ کر د ب کا طول دریافت کرلو ۔ پس تختی کی حقیقی موٹائی ا ب اور ظاہری موٹائی د ب دونوں معلوم ہوجاتے ہیں اور ان کی نسبت سے شیشہ کا انعطاف نما (م) دریافت ہوتا ہے ۔

اگر خردبین کی وضع عمودی ہے تو یہی طریقہ مائعات کے لئے بھی استعمال ہوسکتا ہے ۔ پہلے ایک خالی ظرف کی تہ ماسکہ پر لائی جائے، پھر اُس میں مائع ڈال کر تہ کو دوبارہ ماسکہ پر لایا جائے اور اس کے بعد مائع کی اوپر والی سطح کو ماسکہ پر

لایا جائے۔ ان مشاہدوں سے مائع کی حقیقی اور ظاہری موٹائی معلوم ہو جائیگی۔

انعطاف نماؤں کی جدول

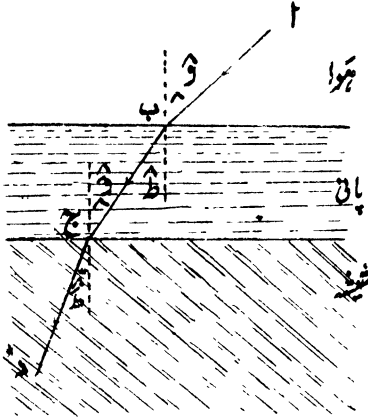
شئے	م	شئے	م
الغول	۱٫۳۶	گلسرین	۱٫۴۷
کراؤن شیشہ (اوسط قیمت)	۱٫۵۱	یخ	۱٫۳۱
فلنٹ " (")	۱٫۶۵	تارپینتین	۱٫۴۷
الماس	۲٫۴۲	پانی	۱٫۳۳۳

واضح ہو کہ اس جدول میں انعطاف نماؤں کی جو قیمتیں بتائی گئی ہیں سوڈیم کے طیفی خط (د) کے لئے ہیں جبکہ روشنی ہوا سے ان اشیاء میں ۱۵° مئی تپش پر داخل ہوتی ہے۔

پانی سے نکل کر شعاع کا انعطاف شیشہ میں۔ اب تک صرف ہوا سے نکل کر کسی دوسرے شفاف واسطہ میں شعاع کے داخل ہونے پر بحث ہوئی ہے۔ اگر دونوں شفاف واسطوں میں سے کوئی ایک بھی ہوا نہ ہو تو انعطاف نما کی اس طرح تعیین ہوسکتی ہے:— فرض کرو ایک واسطہ پانی ہے اور دوسرا شیشہ۔ ہوا سے پانی میں شعاع جاتی ہے تو انعطاف نما ($م_۱$) مانو اور ہوا سے شیشہ میں جاتی ہے تو ($م_۲$)۔ شعاع ا ب ج د شکل (۴۲) میں ہوا سے پہلے پانی کے طبق میں داخل ہوتی

ہے اور پھر شیشہ میں۔

پہلی سطحِ فاصل پر جو انعطاف ہوتا ہے اس کے لئے

$$\frac{\text{جب } \hat{ق}}{\text{جب } \hat{ط}} = م_۱$$

جب کوئی شعاع ہوا سے شیشہ میں داخل ہوتی ہے

$$\frac{\text{جب } \hat{ق}}{\text{جب } \hat{ط}} = م'_۲$$

شکل (۴۲)

بیچ میں متوازی پہلوؤں کا پانی کا جو طبق ہے اُس سے شعاع کی سمت میں کوئی انحراف نہیں پیدا ہوتا (جیسا کہ تجربہ ۳۹ میں دیکھا گیا ہے)۔

کسی بھی دو واسطوں کا انعطاف نما

$$\therefore \quad \frac{\text{جب } \hat{ق}}{\text{جب } \hat{ط}} \times \frac{\text{جب } \hat{ط}}{\text{جب } \hat{ق}} = \frac{م_۲}{م_۱}$$

$$\therefore \quad \frac{م_۲}{م_۱} = \frac{\text{جب } \hat{ط}}{\text{جب } \hat{ط}}$$

$$\text{مگر} \quad \hat{ط} = \hat{ق} \quad \therefore \quad \frac{م_۲}{م_۱} = \frac{\text{جب } \hat{ق}}{\text{جب } \hat{ط}}$$

اور یہ پانی سے نکل کر شیشہ میں شعاع کے داخل ہونے کا انعطاف نما ہے۔

پس پانی اور شیشہ کا انعطاف نما = $\frac{\text{ہوا اور شیشہ کا انعطاف نما}}{\text{〃 〃 پانی 〃 〃}}$

بجائے پانی اور شیشہ کے کوئی بھی دو شفاف واسطے تصوّر کئے جا سکتے ہیں اور ایسا ہی تعلق ان کے لئے بھی ماخوذ ہوتا ہے۔

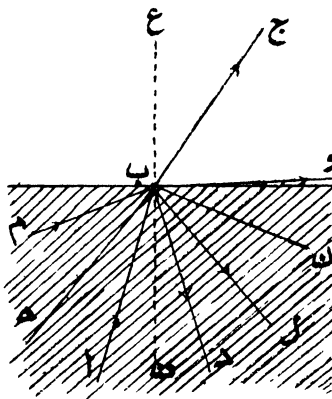
[نوٹ منجانب مترجم۔ انگریزی طریقہ کتابت کی متابعت اور نیز سہولت کی غرض سے ہم نے اردو کتابت کا یہ طریقہ اختیار کیا ہے: واسطہ (۲) سے واسطہ (ب) میں اگر شعاع جاتی ہے تو انعطاف نما (۱ م ب) لکھا جائے۔ پس پانی اور شیشہ کے متعلق جو نتیجہ ثابت ہوا ہے اِس کو بطور اختصار اِس طرح لکھینگے۔

$$\text{پانی}\,م\,\text{شیشہ} = \frac{\text{ہوا}\,م\,\text{شیشہ}}{\text{ہوا}\,م\,\text{پانی}}]$$

شفاف اجسام کی رویت ۔ نور کا انعکاس اسی صورت میں ہوتا ہے جبکہ انعطاف نما میں اختلاف واقع ہوتا ہے، جیسے دو جداگانہ واسطوں کی فاصل سطح کے پاس۔ اگر دو واسطوں کا انعطاف نما ایک ہی ہو تو ان کی فاصل سطح پر بھی نور کا انعکاس نہیں ہوتا۔ مثلاً سیڈار (دیودار) کی لکڑی کے تیل کا انعطاف نما شیشہ کے قریب قریب مساوی ہے، جب اس میں شیشہ کے ٹکڑے ڈالے جاتے ہیں تو چونکہ ان کی سطحوں کے پاس نور کا نہایت قلیل انعکاس ہوتا ہے، اس لئے ٹکڑے بمشکل تمیز ہو سکتے ہیں۔

کم مقدار میں میسر ہونے والی چیزوں (مثلاً جواہرات وغیرہ) کے انعطاف نما یوں دریافت کئے جا سکتے ہیں کہ ان کو مختلف قسم کے تیل کے آمیزوں میں ڈال کر ان کا تناسب حسبِ ضرورت تبدیل کیا جائے یہاں تک کہ اِن کی رویت باقی نہ رہے

(یعنے آمیزہ سے انکا امتیاز نہ ہوسکے) تب انکا اور آمیزہ کا انعطاف نما دونوں مساوی ہونگے۔ صفحہ (۱۸۹) پر جو عام طریقہ مائعات کے انعطاف نما کی تعیین کا سمجھایا گیا ہے اس کے بموجب اِس آمیزہ کا انعطاف نما معلوم کرلیا جاسکتا ہے۔ چنانچہ زیتون کے تیل کا انعطاف نما ۱٫۴۷ ہے اور کاربن بائی سلفائیڈ کا ۱٫۶۳ پس ان کے آمیزہ سے کے انعطاف نما کی اِن دو قیمتوں کے مابین کوئی ایک قیمت ہوسکتی ہے۔ اونچے انعطاف نما کے آمیزوں کی ضرورت ہو تو بیریم مرکیورک آئیوڈائیڈ کو پانی میں حل کیا جاسکتا ہے۔ (م ا) کی سب سے بڑی قیمت جو اِس ترکیب سے حاصل ہوسکتی ہے ۱٫۷۹ ہے۔

کُلّی انعکاس۔ مناظری قرص (شکل ۳۷) سے تجربہ کرتے وقت یہ معلوم ہوا ہوگا کہ جب نور شیشہ کی دائری سطح پر گر کر مستوی سطح سے نکلتا ہے تو اُسکا کچھ حصہ منعکس ہوکر شیشہ کے اندر رہ جاتا ہے۔ زاویۂ وقوع جوں جوں بڑھتا ہے منعکس شعاعوں کی حدت بھی بڑھتی ہے حتیٰ کہ ایک مقررہ زاویۂ وقوع پر نور کا کوئی حصہ خارج نہیں ہوتا سب کا سب منعکس ہوجاتا ہے۔ اِس سے بڑے زاویوں پر بھی ایسا ہی ہوتا ہے۔ جس زاویۂ وقوع پر یہ حالت ابتدائً دیکھنے میں آتی ہے زاویۂ فاصل

شکل (۴۳)
کُلّی انعکاس

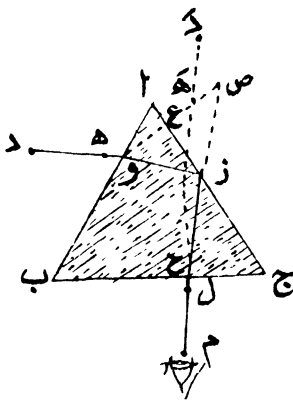
کہلاتا ہے اور نور کی شعاعوں کی نسبت کہا جاتا ہے کہ ان کا کُلّی انعکاس عمل میں آیا۔

چنانچہ شکل (۴۳) میں بتایا گیا ہے کہ شعاع ؁ اب کا کچھ حصّہ ب ج کی راہ خارج ہوتا ہے اور کچھ ب د کی راہ منعکس ہوتا ہے۔ شعاع ھ ب کے انعطاف سے ایک خفیف شعاع ب و سطح کے تقریباً متوازی باہر آتی ہے، اور ایک کثیر حدّت کی شعاع ب ز منعکس ہوجاتی ہے۔ شعاع م ب کُلاًّ ب ن کی راہ منعکس ہوجاتی ہے۔ ھ ب ف زاویہ فاصل ہے۔اوپر والے واسطہ میں اس کا زاویہ انعطاف ۹۰° ہے۔پس

$$\frac{\text{جب} \angle \text{ھ ب ف}}{\text{جب } 90^\circ} = \text{م} = \frac{1}{\text{م}}$$

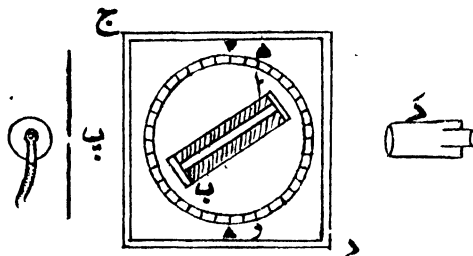
چونکہ جب ۹۰° = ۱ ∴ جیب زاویۂ فاصل = $\frac{1}{\text{م}}$

تجربہ (۱۶) شیشہ کے منشور میں نور کا کُلّی انعکاس

کُلّی انعکاس۔ شیشہ کے ایک منشور کو نقشہ کشی کے ایک کاغذ پر انتصابی وضع میں رکھو (یعنے ایسی وضع میں رکھو کہ اس کا انعطافی زاویہ انتصابی ہو)۔شکل (۴۴) اور اُسکے گرد پنسل سے نشان اب ج کرو۔ ایک الپین (ھ) انتصابی وضع میں منشور کے پہلو اب کے قریب قائم کرو۔اس کے پیچھے ایک دوسرا الپین (د) اس طرح کھڑا کرو کہ د ھ خط

شکل (۴۴)
شیشہ کے منشور میں داخلی انعکاس

ا ب پر تقریباً عمود ہو۔ منشور کے پہلو ب ج میں سے اگر دیکھا جائے تو البنوں کے خیال (ھ) اور (د) نظر آئینگے۔ دو اور البن (ل) اور (م) ایسے کھڑے کرو کہ ھ د کے ساتھ ایک سیٹ میں نظر آئیں۔ پھر خطوط د ھ و اور م ل ح کھینچو۔ شعاع د ھ نقطہ (و) کے پاس منشور میں داخل ہوئی اور (ز) پر کلاً منعکس ہوکر (ح) کے پاس خارج ہوئی۔ نقطہ (ز) کا محل دریافت کرنے کے لئے د ص منشور کے پہلو ا ج پر عمود بناؤ اور ع ص ، د ع کے مساوی لو۔ ص ح کو ملانے سے ا ج کے ساتھ نقطہ (ز) پر تقاطع ہوگا۔ صفحہ (۳۸) پر انعکاس کے جن قواعد کی صراحت ہوئی ہے ان سے یہ نتیجہ برآمد ہوتا ہے۔

کُلّی انعکاس کے طریقہ سے (م) کی پیمائش۔

کُلّی انعکاس کے ذریعہ سے انعطاف نما (م) کی تعیین کے کئی طریقے اختراع ہوئے ہیں۔ بہترین طریقوں میں سے ایک طریقہ یہ ہے کہ شیشہ کی دو تختیاں جن کے مابین ہوا کی ایک پتلی جھلّی واقع ہو اُس مائع میں ڈبوئی جاتی ہیں جس کا انعطاف نما دریافت کرنا مقصود ہے۔ شکل (۴۵) میں یہ تختیاں ا ب پلین (یعنے خاکہ) کھینچکر بتائی گئی ہیں۔ ان کو ایک دُھرّی یا تکلہ

شکل (۴۵)
کُلّی انعکاس کے ذریعہ سے (م) کی تعیین

کے سہارے گھم سکتے ہیں، لیکن شکل میں اُس کی صراحت نہیں ہوتی ہے - دائری پیمانہ ھ و بھی اسی دھرّی کے ساتھ پھرتا ہے۔ تختیاں اس پیمانہ کے نیچے ہوتی ہیں، اور شیشہ کے ظرف ج د میں مائع کو ڈالکر اُس میں ڈبودی جاتی ہیں - سوڈیم کے شعلہ سے نکل کر نور کی شعاعیں پردہ (پ) کی جھری میں سے گزرتی ہیں اور مائع اور تختیوں اب میں سے پار ہوکر دوربین (ک) میں داخل ہوسکتی ہیں - اب کو دھرّی کے ذریعہ پھرانے سے ایک ایسی وضع پیدا ہوتی ہے جس میں جھری یکایک نظر سے غائب ہوجاتی ہے - کیونکہ اس وضع میں نور کا شیشہ کی تختیوں میں کُلّی انعکاس ہوتا ہے

دائری پیمانہ پر (ھ) اور (و) کے پاس دو غیر متحرک جو نمائندے ہیں، انکے ذریعہ سے پیمانہ پر اب کی یہ وضع پڑھ لی جاتی ہے - شکل (۴۶) کے معائنہ سے معلوم ہوگا کہ روشنی اس وقت

شکل (۴۶)
شیشہ کی تختی کی سطح پر نور کا کُلّی انعکاس

نظر سے غائب ہوجاتی ہے جبکہ ب ج ھ شیشہ اور ہوا کا زاویہ فاصل ہوتا ہے - پس جیب < ب ج ھ = $\frac{1}{ھ ش}$ -

[واضح ہو کہ ھرش سے مراد ہوا سے شیشہ میں نور کے جانے کا انعطاف نما ہے]

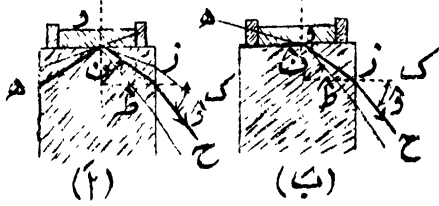
چونکہ (ب) کے پاس نور کی شعاع مائع سے نکل کر شیشہ میں داخل ہوتی ہے، صفحہ (۹۳) کے مضمون سے ظاہر ہے کہ

$$\text{ھرش}\,(\text{جب}\angle\,\text{۲ب د}) = \frac{\text{جب}\angle\,\text{۲ب د}}{\text{جب}\angle\,\text{ب ج ھ}} = \frac{\text{جب}\angle\,\text{۱ب و}}{\text{جب}\angle\,\text{ز ب ج}} = \frac{\text{ھرش}}{\text{ھرم}}$$

$$\therefore\ \text{جب}\angle\,\text{۱ب و} = \frac{1}{\text{ھرم}}$$

یعنی مائع کا انعطاف نما جیب زاویہ ۱ب و کا (یعنی شعاع واقع اور عمود کے میلان کا زاویہ جبکہ روشنی ٹھیک غائب ہوتی ہے) متکافی ہے۔ اس زاویہ کی پیمائش کے لئے تختیوں ۱ب کو پہلے ایک جانب پھیر کر پیمانہ پر روشنی کے غائب ہونے کا مقام دیکھ لیا جاتا ہے اور پھر ان کو اس کے مخالف جانب پھیر کر جب روشنی دوبارہ غائب ہوجاتی ہے مکرر پیمانہ کا نشان دیکھ لیا جاتا ہے۔ ان دو وضعوں کے درمیانی زاویہ کا نصف زاویہ ۲ب د ہے۔

پلفرش والا انعطاف پیما۔ کم مقدار میں جو مائع مہیا ہوسکتے ہیں ان کا انعطاف نما جلد دریافت کرنے کیلئے پلفرش کا ایجاد کیا ہوا انعطاف پیما بہت موزوں ہے۔ اس کا عمل کلی انعکاس کے اصول پر مبنی ہے۔ شیشہ کے ایک اسطوانہ کی اوپر والی سطح اچھی مجلا ہوتی ہے اور اس پر شیشہ کا ایک حلقہ جمایا ہوا ہوتا ہے جس میں امتحان کرنے کا مائع ڈالا جاتا ہے مائع کا انعطاف نما (ھر) شیشہ کے اسطوانہ کے انعطاف نما

(ﮦ ۱) سے کم ہونا چاہئے۔ شکل ۴۷ (ا) میں (ﮦ) کے پاس جب نور کی شعاعیں داخل ہونگی شیشہ اور مائع کی فاصل سطح پر منعکس ہوجائینگی۔ اگر شعاع ﮦ و عمود کے ساتھ زاویۂ فاصل پر مائل ہے تو اس کے اوپر کی

شکل (۴۷)

پلفرش والا انعطاف پیما

شعاعیں کُلّی منعکس ہونگی، لیکن اس سے نیچے کی شعاعیں صرف جزئۃً منعکس ہونگی۔ اب اگر ایک دوربین جس پر صلیبی تار لگے ہوں پنسل ز ح کی سمت میں ترتیب دی جائے تو اس میں سے دیکھنے والے کے میدانِ نظر کا نیچے کا نصف حصہ اتنا منوّر نہ ہوگا جتنا اوپر کا حصہ ہوگا۔ میدان نظر کے اِن حصوں کی تفریق ایک تیز خط کے ذریعہ ہوگی جو ز ح کی سمت میں واقع ہوگا۔ دوربین کو ترتیب دیکر اس خط کو صلیبی تار پر لے لیتے ہیں۔ ایک دائری پیمانہ کے ذریعہ جس پر سے دوربین گھومتی ہے زاویہ ح ذ ک = ذ̂ ناپ لیا جاتا ہے

اگر شکل ۴۷ (ب) کی طرح شیشہ کے حلقہ کے پہلو میں سے نور داخل ہو تو دُوربین کے میدانِ نظر کا اوپر کا نصف حصہ تاریک اور نیچے کا حصہ منور ہوگا۔

سابق کی طرح زاویہ ح ذ ک ناپ لیا جاتا ہے۔ اگر اس کو ذ̂ فرض کیا جائے زاویۂ فاصل کو ف اور اندرونی وقوع

کا زاویہ $\hat{ط}$، تو

$$م_۱ = \frac{جب\ \hat{و}}{جب\ \hat{ط}}$$

لیکن $\hat{ط} + \hat{ف} = ۹۰^\circ$ $\therefore$ جب $\hat{ط}$ = جم $\hat{ف}$

اور $جم\ \hat{ف} = \frac{جب\ \hat{و}}{م_۱}$

زاویۂ فاصل $\hat{ف}$ کے لئے

$$جب\ \hat{ف} = \frac{م}{م_۱}$$

اس لئے کہ مائع سے نکل کر شیشہ میں داخل ہونے والی شعاع کا انعطاف نما $\frac{م_۱}{م}$ ہے۔

معہذا $جب^۲ \angle ف + جم^۲ \angle ف = ۱$

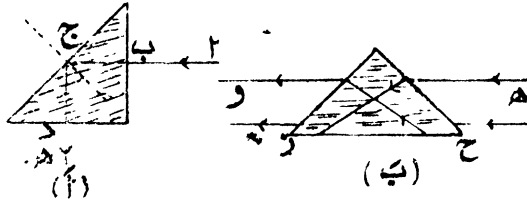
$$\therefore \frac{م^۲}{م_۱^۲} + \frac{جب^۲ \angle و}{م_۱^۲} = ۱$$

$$م^۲ + جب^۲ \angle و = م_۱^۲$$

$$\therefore م = \sqrt{م_۱^۲ - جب^۲ \angle و}$$

اس مساوات سے زاویہ $\hat{و}$ ناپ لینے کے بعد م دریافت ہوسکتا ہے، اس لئے کہ پیشتر سے $م_۱$ کی تعیین ہوجاتی ہے۔

زاویہ قائمہ والے منشور کا استعمال بطورِ عاکس نور۔ بعض اوقات مستوی آئینوں کے استعمال کی ضرورت ہوتی ہے لیکن معمولی مفضض آئینوں میں جو مضاعف انعکاس ہوتا ہے مناظری کاموں کے لئے مضر ہوتا ہے اس لئے ایسے

آئینے استعمال نہیں کیے جا سکتے۔ سادہ (بلا فلزی) آئینے اس نقص سے پاک ہوتے ہیں لیکن ان کی سطح کھلی رہنے کی وجہ سے

شکل (۴۸)

منشوری عاکس

ہوا کے کیمیائی اثر سے جلد مدہم پڑ جاتی ہے۔ اس لئے انکے بجائے زاویۂ قائمہ والے شیشہ کے منشور استعمال ہوتے ہیں۔ نور کی پنسل (أب) جب منشور کے ایک پہلو پر (ب) کے پاس عمودی واقع ہوتی ہے (شکل ۴۸ أ) سیدھا بغیر تبدیلِ سمت وتر کی طرف چلی جاتی ہے اور (ج) پر زاویۂ وقوع ۴۵° بناتی ہے۔ اکثر اقسام کے شیشوں کا انعطاف نما ۱٫۵ کے قریب ہوتا ہے اور چونکہ جب <د = $\frac{1}{\mu}$ = ۰٫۶۶۶ زاویۂ فاصل کی قیمت ۴۱°۔۵۰َ یعنے (۴۱ درجہ ۵۰ دقیقہ) نکل آتی ہے۔ لہذا ایسی صورت میں پنسل کا (ج) کے پاس کلی انعکاس ہوتا ہے اور وہ منشور کے دوسرے پہلو (د) سے عمود کی سمت میں خارج ہوتی ہے۔

اُلٹے خیال کو سیدھا بنانے میں بھی ایسے منشور استعمال ہوتے ہیں۔ چنانچہ (شکل ۴۸ ب) میں پنسل (ھ) ایسے ایک منشور میں داخل ہو کر مڑ کر جاتی ہے اور جب وتر زح پر پہنچتی

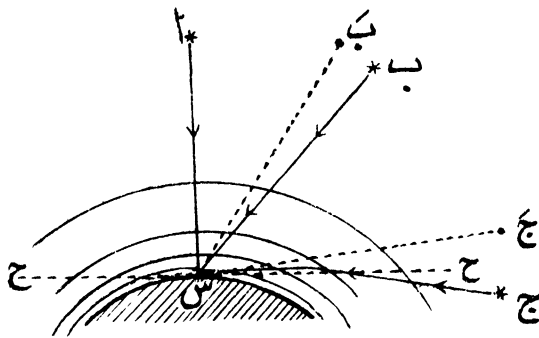
سے تو کُلاً منعکس ہوتی ہے۔ اس کے بعد دوسرے پہلو پر منعطف ہوکر (و) کے راستے خارج ہوجاتی ہے۔شکل کے معائنہ سے واضح ہوگا کہ (ہ) کے پاس پنسل کا جو حصہ اوپر کی طرف واقع ہے (و) پر پہنچکر نیچے کی طرف آجاتا ہے۔ سیدھا کرنے والے منشور پر زیادہ تفصیل سے صفحہ (۱۴۲) پر بحث ہوگی۔

کرہ ہوائی کی وجہ سے نور کا انعطاف۔ جب نور خلا سے نکل کر ہوا میں داخل ہوتا ہے تو شعاع کی سمت میں انعطاف واقع ہوتا ہے۔ صفحہ (۹۲) کی جدول میں مختلف اشیاء کے جو انعطاف نما بتائے گئے ہیں۔ اگر شعاع بجائے ہوا سے نکلنے کے خلا سے نکلے تو ان سب کی قیمتیں تبدیل ہوجائینگی۔ واضح ہو کہ طبعی تپش اور دباؤ کی حالت میں ہوا کا انعطاف نما ۱،۰۰۰۲۹ ہے، پس دیگر اشیاء کے صحیح انعطاف نماؤں کی تعیین اس تعلق سے ہوسکتی ہے:

$$\text{ہوا}\,ه\,\text{شئے} = \frac{\text{خلا}\,ه\,\text{شئے}}{\text{خلا}\,ه\,\text{ہوا}}$$

$$\text{خلا}\,ه\,\text{شئے} = \text{ہوا}\,ه\,\text{شئے} \times ۱،۰۰۰۲۹$$

ہوا کی کثافت میں تپش اور دباؤ کے بدلنے سے بہت تغیر پیدا ہوتا ہے۔ پس جوں جوں کرۂ ہوائی کے طبقہ کا ارتفاع بلند ہوگا ہوا کی کثافت کی کمی کے ساتھ ساتھ اُس کے انعطاف نما میں بھی کمی پیدا ہوگی۔ بلحاظ ان وجوہ کے کسی جرم فلکی سے جب نور زمین پر پہنچتا ہے تو کرہ ہوائی

میں اس کا جا بجا انعطاف ہوتا ہے۔ شکل (۴۹) میں یہ انعطاف تقریبی پیمانہ پر بتایا گیا ہے۔ (ب) ایک ستارہ ہے جس کے نور کی شعاعیں، سطح زمین سے بمقام (س) مشاہدہ کرنے والے کے پاس جب پہنچتی ہیں تو بَ س کی سمت میں آتی ہوئی دکھائی دیتی ہیں، اس لئے اُس ستارے کو دیکھنے کے لئے دوربین کو اُسی سمت میں پھیرنا پڑتا ہے۔

شکل (۴۹)

گرۂ ہوائی میں نور کا انعطاف

جس کی وجہ سے ظاہر ہے کہ کسی بھی جرم فلک کا مشاہدہ سے دریافت شدہ ارتفاع ح س بَ حقیقی ارتفاع سے ہمیشہ بڑا ہوتا ہے۔ اور اس کی تصحیح ضروری ہے۔ گرۂ ہوائی کی بیقاعدگی اور اُس کی کثافت کے تدریجی تغیر کی وجہ سے اس تصحیح کا شمار آسان نہیں ہے۔ سہولت کی غرض سے جدولیں تیار کی گئی ہیں، مندرجہ ذیل جدول سے اس انعطاف کا عام طور پر اندازہ ہوسکتا ہے:

کرۂ ہوائی میں نُور کے انعطاف کی جدول

ارتفاع	انعطاف	ارتفاع	انعطاف
۱۰°	۵′ ۱۹٫۲″	۶۰°	۰′ ۳۳٫۶″
۲۰°	۲′ ۳۸٫۶″	۷۰°	۰′ ۲۲٫۲″
۳۰°	۱′ ۴۰٫۶″	۸۰°	۰′ ۱۰٫۳″
۴۰°	۱′ ۹٫۴″	۹۰°	۰′ ۰″
۵۰°	۰′ ۴۸٫۹″		

تپش اور بار پیما کی بلندی کے لحاظ سے بھی مزید تصحیح کی ضرورت پیش آتی ہے۔

جدول کے معائنہ سے معلوم ہوگا کہ سمت الراس پر جب ستارہ واقع ہوتا ہے (مثلاً ۱) اس کے لیے انعطاف کی تصحیح ضرور نہیں۔ اور کم ارتفاعوں میں انعطاف اتنا بڑا اور ارتفاع کی ترقی کے ساتھ انعطاف میں تغیّر اس قدر کثیر ہوتا ہے کہ کامل صحت کے ساتھ اس کا شمار نہیں ہوسکتا۔ (ج) پر جو ستارہ بتایا گیا ہے درحقیقت افق کے نیچے واقع ہے لیکن انعطاف کی وجہ سے (ج) کی سمت میں افق کے اوپر نظر آتا ہے۔ افق کے قریب ارتفاع کی تبدیلی سے انعطاف میں تغیّر تیز ہونے ہی کی وجہ سے چاند اور سورج طلوع و غروب کے وقت قطع ناقص کی (ہلیلی) شکل کے دکھائی دیتے ہیں۔ کیونکہ ان کے افقی قطر پر انعطاف کا اثر نہیں پڑتا اور انتصابی قطر کا نیچے کا سرا بہ نسبت اس کے اوپر کے سرے کے زیادہ اٹھ جاتا ہے۔ چنانچہ غروب

کے وقت جب آفتاب کا افقی قطر ۳۲ہوتا ہے انتصابی قطر تقریباً ۲۷ ہوتا ہے۔

ہوا کے مختلف حصّوں کا اگر انعطاف نما مختلف ہو تو ہوا بجائے غیر مرئی ہونے کے مرئی ہوجاتی ہے۔ گرمی کے دنوں میں ہوا کے جو طبقے زمین سے متصل ہوتے ہیں گرم ہوتے ہیں اور اوپر کے طبقے نسبتاً سرد۔ پس نیچے کی گرم ہوا اوپر کو اٹھتی ہے اور چونکہ اُس کا انعطاف نما سرد ہوا کے انعطاف نما سے جُداگانہ ہوتا ہے ایک موج کی سی کیفیت نظر آتی ہے جس سے غالباً ہر فرد بشر واقف ہے۔ ناواقف لوگ غلطی سے سمجھتے ہیں کہ خود حرارت زمین سے نکل کر ہوا میں داخل ہوتی ہوئی نظر آتی ہے۔

پانچویں باب کی مشقیں

(۱)۔ انعطاف نور کے کُلیئے لکھو اور کُلیۂ دوم کی تصدیق کے ثبوت کا کوئی عملی طریقہ بیان کرو۔

(۲)۔ متوازی مستوی پہلوؤں کے شیشہ کے کُندے میں سے جب نور کی ایک پنسل گزرتی ہے تو اس کا راستہ کیونکر بتایا جاسکتا ہے اور اس شیشہ کے انعطاف نما کی کس طرح تعیین ہوسکتی ہے بیان کرو۔

(۳)۔ شیشہ کے ایک مستطیل کُندے سے نور کی ایک پنسل ۴۵° زاویۂ وقوع بناتی ہوئی ٹکراتی ہے۔ انعطاف نما ۱٫۵ فرض کرکے ہندسی عمل سے شیشہ کے اندر پنسل کا راستہ بتاؤ۔

(۴)- صاف پانی کا حوض فی الحقیقت جتنا گہرا ہوتا ہے اُس سے کم گہرا کیوں دکھائی دیتا ہے؟ نگاہ عمودی واقع ہو تو حوض کی ظاہری گہرائی کے لئے ایک جملہ اخذ کرو اور اُس کے ذریعہ سے دریافت کرو کہ ایک حوض جس کی حقیقی گہرائی چھ فٹ ہے بظاہر کتنا گہرا نظر آئیگا۔ (پانی کے لئے ھ = ۱،۳۳۳) [کیمبرج سینیر لوکل]

(۵)- ایک مائع بہت قلیل مقدار میں مہیا ہو سکتا ہے بتاؤ تم اُس کا انعطاف نما کیسے دریافت کرو گے۔

(۶)- انعطاف نور کے کلیئے کیا ہیں؟ تجربہ کے حوالہ سے کلیۂ دوم کی توضیح کرو۔ کسی واسطہ کے زاویۂ فاصل کا مفہوم کیا ہے اور اس کے انعطاف نما سے اِس زاویہ کو کیا تعلق ہے؟

(۷)- شکل کھینچکر منشور میں نور کی شعاع کا راستہ بتاؤ۔ تم یہ راستہ کیسے دریافت کرو گے اور اس کی مدد سے منشور کے انعطاف نما کی کیونکر تعیین کرو گے بیان کرو۔

(۸)- ایک خردبین ایک چھوٹی سی شئے کو دیکھنے کے لئے ماسکہ پر لائی گئی ہے۔ جب یہ شئے ایک شفاف مادے کی تختی سے ڈھانپ دی جاتی ہے تو مکرر ماسکہ پر لانے کے لئے خردبین کو ۱،۲ ملی میٹر اوپر اٹھانا پڑتا ہے۔ اور خود تختی کی اوپر کی سطح پر جو نشان ہے اس کو دیکھنے کے لئے خردبین کو مزید ۵،۴ مم اٹھانا ہوتا ہے۔ دریافت کرو تختی کا انعطاف نما کیا ہے۔

(۹)- ایک منشور کا انعطاف نما ۱،۵ ہے اور اُس کا انعطافی زاویہ ۵۰°۔ صحیح پیمانہ پر ایک شکل کھینچکر نور کی شعاع کا راستہ بتاؤ جبکہ شعاع کا زاویۂ وقوع منشور کی پہلی سطح

کے ساتھ ۲۰° ہے۔

(۱۰)۔ ثابت کرو کہ متوازی پہلوؤں کی شفاف تختی کے ایک پہلو میں سے جب نور کی ایک پنسل گزرتی ہے تو مقابل کے پہلو میں سے خارج ہوجاتی ہے۔ لیکن اگر پہلو متوازی نہ ہوں تو ایسی صورت ممکن ہے کہ پنسل مقابل پہلو میں سے خارج نہ ہوسکے۔

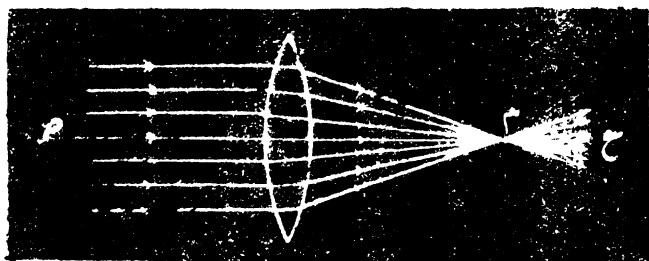
(۱۱)۔ کلی داخلی انعکاس کا مفہوم کیا ہے؟ یہ انعکاس کن صورتوں میں وقوع میں آتا ہے؟ اگر کسی شیشہ کا انعطاف نما ۱،۶ ہو تو ہندسی عمل سے خرد ترین زاویۂ وقوع کیسے معلوم کروگے تاکہ شیشہ میں کلی انعکاس ہو۔ [ل-ی-]

(۱۲)۔ زاویۂ فاصل کی اصطلاح کا کیا مفہوم ہے؟ کسی شیشہ کے نمونہ کا زاویۂ فاصل کیسے ناپوگے اور اس کے ذریعہ سے شیشہ کے انعطاف نما کی قیمت کس طرح دریافت کروگے بیان کرو۔ [ل-ی-]

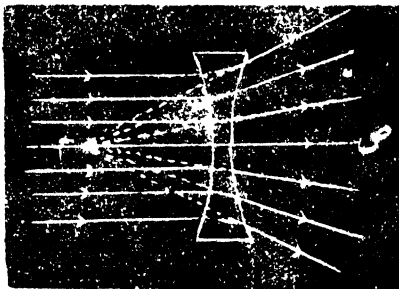
(۱۳)۔ شیشہ کا ایک کندا کاغذ پر رکھ کر اس کے اوپر سے جب دیکھتے ہیں تو کاغذ فی الواقع جس قدر قریب ہوتا ہے اس سے زیادہ قریب کیوں نظر آتا ہے سمجھاؤ۔ اگر کندے کی موٹائی ۵ سم ہو اور اس کا انعطاف نما $\frac{3}{2}$ تو کاغذ بظاہر کتنا ہٹا ہوا نظر آتا ہے دریافت کرو۔ [ل-ی-]

(۱۴)۔ کرۂ ہوائی میں نور کے انعطاف سے کسی جرم فلک کے ظاہری مقام پر کیا اثر پڑتا ہے بیان کرو۔ غروب کے وقت آفتاب کی شکل دائری نہیں پائی جاتی اس کی کیا وجہ ہے؟۔

عدسے

عام باتیں۔ عدسہ سے مراد شفاف مادے سے بنے ہوئے اجسام ہیں جنکے پہلو کروی شکل کے ہوتے ہیں۔ اگرچہ عدسوں کی شکلیں مختلف ہوتی ہیں نور کی متوازی پنسل کیساتھ برتاؤ کے لحاظ سے انکی عام طور پر دو قسموں میں تقسیم ہوسکتی ہے۔ شکل (۵۰) میں

شکل (۵۰)
مدقق عدسہ سے نور کا انعطاف

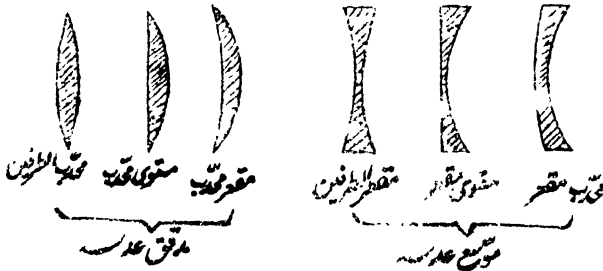
جو متوازی پنسل بتائی گئی ہے اس پر غور کرنے سے معلوم ہوگا کہ

(از روے قواعد انعطاف) ہر ایک شعاع عدسہ میں داخل ہوتے وقت عمود کی طرف مڑ جاتی ہے اور عدسہ سے خارج ہوتے وقت عمود سے پرے ہٹ جاتی ہے۔ ہر مقام پر عمود عدسہ کی کروی سطح کا نصف قطر ہے۔ عدسہ کے دونوں پہلوؤں کے انحنا کے مرکزوں کو ملانے والا خط ص ح **اصلی محور** کہلاتا ہے اگر واقع پنسل اصلی محور کے متوازی ہو تو عدسہ میں سے گزرنے کے بعد شعاعیں ایک نقطہ (م) پر جمع ہوتی ہیں جو **اصلی ماسکہ** کہلاتا ہے۔ چونکہ عدسہ میں سے گزر کر شعاعیں ایک نقطہ پر جمع ہوتی ہیں اس لئے ایسے عدسہ کو **مذق عدسہ** کہتے ہیں۔ عدسوں کے متعلق بھی پنسل کی وسعت کی بابت وہی قیود لازم ہیں جو صفحہ (۵۹) پر آئینوں سے متعلق بیان ہوئے ہیں۔ پنسل اصلی محور سے جسقدر قریب اور کم وسعت کی ہوگی انعطاف کے بعد اتنی ہی صحت کے ساتھ ایک نقطہ پر جمع ہوگی۔ زیادہ وسعت کی پنسل میں محور کے نزدیک کی شعاعیں ایک ماسکہ پر جمع ہوتی ہیں اور اطراف کی شعاعیں ایک دوسرے ماسکہ پر۔

شکل (۵۱) کے عدسہ میں سے جب متوازی شعاعوں کی پنسل گزرتی ہے تو موسّع بن جاتی ہے، ہر ایک شعاع ایک نقطہ (م) سے پھیلتی ہوئی نظر آتی ہے جو اس کا

شکل (۵۱)
موسع عدسہ سے نور کا انعطاف

اصلی ماسکہ ہے۔ یہ ماسکہ مجازی ہے اور ایسے عدسے موسّع کہلاتے ہیں۔

صفحہ (۶۸) پر علامتوں کے متعلق جو قرارداد بیان ہوا ہے اُس کے بموجب مدقّق عدسہ **کا ماسکی طول منفی** ہے، اور **موسّع عدسہ کا مثبت۔**

عدسوں کے اقسام۔ بعض اوقات عدسوں کے ایسے نام رکھے جاتے ہیں جن سے اُن کی شکلوں کا اظہار ہوتا ہے۔ شکل (۵۲) میں بائیں طرف جو تین عدسے بتائے گئے ہیں سب مدقّق ہیں اور ان کا ماسکی طول ایک ہی ہوگا۔ باقی سیدھے طرف کے تین عدسے موسّع ہیں اور ان کا ماسکی طول بھی برابر ہے۔ ہر ہر عدسے کے نیچے اس کا نام لکھا گیا ہے۔ لیکن عام طور پر ہم ان کو مدقّق اور موسّع عدسوں ہی کے نام سے پکارینگے۔

عدسوں کے اقسام

مفرد کروی سطح پر نور کا انعطاف۔ عدسے کے انعطاف کا ضابطہ اخذ کرنے کے لئے پہلے دریافت کیا جائیگا کہ

ایک مفرد کروی سطح پر نور کا انعطاف کس طرح ہوتا ہے اور پھر اس کے ذریعہ سے عدسہ کی دونوں (کروی) سطحوں پر کے انعطاف کی تعیین ہوگی۔

شکل (۵۳ اَ یا بَ) میں فرض کرو (ا) ایک منور نقطہ ہے جو (شیشہ کی) کروی سطح کے اصلی محور پر واقع ہے۔ ایک شعاع مثلاً اب شیشہ میں داخل ہوکر ب د کی سمت میں مڑجائیگی۔ شکل (۵۳ اَ) میں

$$\frac{\text{جب}\ \angle\ \text{ا ب ھ}}{\text{جب}\ \angle\ \text{ج ب د}} = \frac{\text{جب}\ \hat{\text{و}}}{\text{جب}\ \hat{\text{ط}}} = \text{م}$$

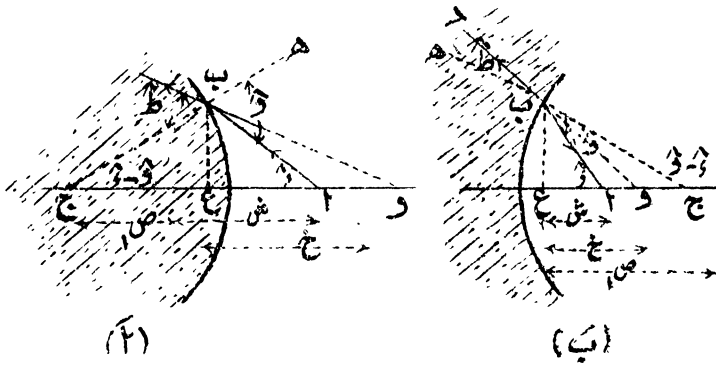
اور شکل (۵۳ بَ) میں

$$\frac{\text{جب}\ \angle\ \text{ا ب ج}}{\text{جب}\ \angle\ \text{ھ ب د}} = \frac{\text{جب}\ \hat{\text{و}}}{\text{جب}\ \hat{\text{ط}}} = \text{م}$$

ب ع محور پر عمود بناؤ۔ دونوں میں سے کسی ایک شکل کے معائنہ سے واضح ہوگا (چونکہ شعاعیں فی الحقیقت محور سے بہت قریب ہیں) کہ

$$\left.\begin{array}{l} \hat{\text{ز}} = \dfrac{\text{ب ع}}{\text{ش}} \\[2ex] \hat{\text{ز}} - \hat{\text{و}} = \dfrac{\text{ب ع}}{\text{ص}_1} \\[2ex] \hat{\text{ز}} - \hat{\text{و}} + \hat{\text{ط}} = \dfrac{\text{ب ع}}{\text{خ}} \end{array}\right\}$$

$$\therefore\ \hat{\text{و}} = \frac{\text{ب ع}}{\text{ش}} - \frac{\text{ب ع}}{\text{ص}_1}$$

$$\text{اور}\ \hat{\text{ط}} = \frac{\text{ب ع}}{\text{خ}} - \frac{\text{ب ع}}{\text{ص}_1}$$

شکل (۵۳)
کروی عاکس سطح

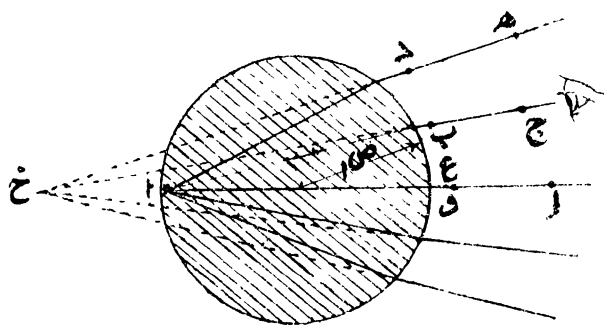
یہ یاد رکھنا چاہئے کہ شکل ۵۳ (ا) میں "علامتوں کے قرارداد کے بموجب" ص۱ لازماً منفی ہے۔ اور $\hat{\text{ز}}$ اور $\hat{\text{ط}}$ کافی چھوٹے ہوں تو بجائے جیب $\hat{\text{ز}}$ اور جیب $\hat{\text{ط}}$ خود ان کے نیم قطری پیمانے لکھ سکتے ہیں۔ یعنی

$$\frac{\text{جب}\ \hat{\text{ز}}}{\text{جب}\ \hat{\text{ط}}} = \frac{\hat{\text{ز}}}{\hat{\text{ط}}} = \text{م} \quad \text{یا} \quad \hat{\text{ز}} = \text{م}\,\hat{\text{ط}}$$

$$\text{پس} \quad \frac{\text{ب ع}}{\text{ش}} - \frac{\text{ب ع}}{\text{ص}_1} = \text{م}\left(\frac{\text{ب ع}}{\text{خ}} - \frac{\text{ب ع}}{\text{ص}_1}\right)$$

$$\text{یعنی} \quad \frac{\text{م}}{\text{خ}} - \frac{1}{\text{ش}} = \frac{\text{م} - 1}{\text{ص}_1}$$

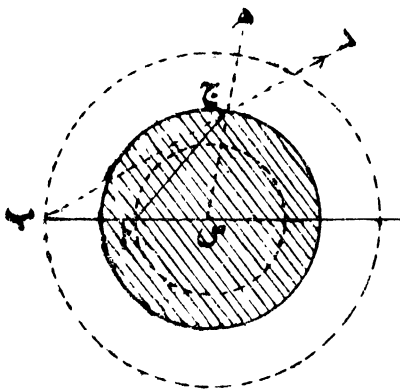
یہ ضابطہ (ش) اور (خ) کا باہمی تعلق بتاتا ہے جبکہ انعطاف ایک کروی سطح پر ہوتا ہے۔ کروی آئینہ کے انعکاس کے ضابطہ سے یہ ضابطہ زیادہ پیچیدہ ہے۔ اور چونکہ انعطاف نور سے متعلق ہے اس لئے اس میں واسطہ کا انعطاف نما بھی شامل ہے۔

تجربہ (۱۷) منحنی سطح پر نور کا انعطاف - ایک شیشے کے کروی برتن (مثلاً قلم بنانے کی کٹوری) میں پانی ڈالکر ایک ٹپن (۲) کو اُس میں سیدھا کھڑا کرو اور نرم موم سے جمادو تاکہ ایک جگہ قائم رہے۔ کٹوری کو نقشہ کشی کے ناؤ پر رکھو۔ شکل (۵۴) میں جیسا بتایا گیا ہے جب مقابل کے پہلو سے دیکھا جائیگا ٹپن (۲) کا خیال (خ) پر نظر آئیگا۔ دو اور ٹپن ب، ج اس کی سیدھ میں کھڑے کرو، اسی طرح معائنہ کی سمت تبدیل کرکے ایسے اور دو دو ٹپن د، ھ۔ و، ز وغیرہ کھڑے کرو۔ احتیاط کے ساتھ کاغذ پر کٹوری کا خاکہ کھینچ لو اور پھر کٹوری

شکل (۵۴)

منحنی سطح پر نور کا انعطاف

کو وہاں سے اٹھالو۔ ھد، ج ب، ز و وغیرہ خطوط کو پیچھے کیطرف بڑھاکر نقطہ (ع) پر ملنے دو خطِ مستقیم خ ۲ ع خیال اور شخص کے مقاموں پر سے کھینچو۔ خ ع کو (خ)، ۲ ع کو (ش) اور کٹوری کے نصف قطر کو (ص) مان کر صفحہ ماقبل کی مساوات کے ذریعہ انعطاف نما ھ شمار کرو۔ محور ۲ ع ز سے دور ہٹ کر جو شعاعیں نکلتی ہیں اُن سے خیال کی تعیین میں مدد نہ لیجائے، ورنہ نتیجہ صحیح نہ نکلیگا۔ معہذا کٹوری کی

موٹائی کی وجہ سے بھی انعطاف نما کی قیمت صحت کے ساتھ برآمد نہ ہوگی۔

سطح غیر متقلّل (یا غیر مضلّل)۔ ایک خاص صورت میں کروی سطح پر نور کے ایک منور نقطہ کا خیال ایک نقطہ ہی ہوتا ہے، واقع شعاعوں کی پنسل خواہ کتنی ہی وسیع ہو۔ چونکہ سب شعاعیں ایک ہی نقطہ پر جمع ہوتی ہیں (یا اس سے نکلتی ہوئی دکھائی دیتی ہیں) ایسی سطح کو غیر مضلّل کہتے ہیں۔ کروی سطح عموماً ایسی نہیں ہوتیں۔ فرض کرو نصف قطر ص = س ج کا شیشہ کا ایک کرہ ہے جس کا مرکز (س) ہے۔ شکل (۵۵) میں کرہ ایک دائرہ کی شکل میں بتایا گیا ہے۔ (س) مرکز سے دو اور دائرے کھینچو جن میں سے ایک کا نصف قطر مص

شکل (۵۵)

سطح پر نور کا انعطاف

اور دوسرے کا $\frac{ص}{م}$ ہو۔ چنانچہ ب س = م ص اور ا س = $\frac{ص}{م}$

یا $\frac{ب س}{س ج}$ = م اور $\frac{س ج}{ا س}$ = م۔ پس $\frac{ب س}{س ج} = \frac{س ج}{ا س}$

لہذا مثلثوں ب س ج اور ج س ا کا نقطہ (س) پر کا زاویہ مشترک ہونے سے دونوں متشابہ ہیں۔ اسلئے ∠ س ب ج = ∠ س ج ا

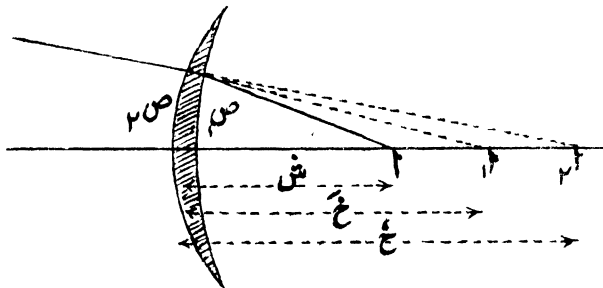
معہٰذا $\frac{\text{ب س}}{\text{س ج}} = \frac{\text{جیب} \angle \text{ب ج س}}{\text{جیب} \angle \text{س ب ج}}$

مگر $\frac{\text{ب س}}{\text{س ج}} = \text{م}$ ، ب ج س = ھ ج د ، اور س ب ج = س ۲ ج ۲

$\therefore \quad \frac{\text{جیب} \angle \text{ھ ج د}}{\text{جیب} \angle \text{س ج ۲}}$

جس کا یہ مطلب ہے کہ اگر ۲ ج شعاع واقع ہے تو شعاع منعطف ج د ہے ۔ نقطہ ۲) سے جتنی شعاعیں نکلکر کُرے سے ج د کی طرح ، خارج ہوتی ہیں ، بعد انعطاف سب کی سب نقطہ (ب) سے آتی ہوئی معلوم ہوتی ہیں ۔ پس بلحاظ دو زوجی نقطوں (مثلاً ۲ اور ب) کے کُرے کی سطح غیر مضلّل ہے ۔ تیل میں ڈبونے کی خردبینوں میں کُرہ کی اس خواص سے کام لیا جاتا ہے ۔ (دیکھو صفحہ ۱۵۷)

دو کروی سطحوں سے انعطاف ۔ عدسے

صفحہ (۱۱۳) کے نتیجہ سے عدسہ کی ہر دو کروی سطحوں کا انعطاف دریافت کر کے اس کا ضابطہ نکالا جاسکتا ہے ۔ شکل (۵۶) میں نصف قطر ص۱ اور ص۲

شکل (۵۶)
عدسہ میں نور کا انعطاف

دونوں مثبت کئے گئے ہیں تا کہ علامتوں کے اختلاف سے پیچیدگی نہ پیدا ہو۔ لیکن نتیجہ عام ہے، ہر قسم کے (پتلے) عدسہ پر حاوی ہے۔
فرض کرو (۲) ایک شخص ہے جو عدسہ کے محور پر واقع ہے۔ پہلی کروی سطح (نصف قطر ص۱) پر نور کا انعطاف ہو کر بموجب ضابطہ ذیل خیال، (۲۱) پیدا ہوتا ہے۔

$$\frac{م}{خ} - \frac{1}{ش} = \frac{م-1}{ص_1} \quad \ldots\ldots (1)$$

دوسری سطح (نصف قطر ص۲) کے لئے (۲۱) کی حیثیت شخص کی سی ہوتی ہے۔ اور اس انعطاف سے بالآخر خیال (۲۲) مترتب ہوتا ہے۔ جس کا ضابطہ یہ ہے:-

$$\frac{\frac{1}{م}}{خ} - \frac{1}{خ} = \frac{\frac{1}{م} - 1}{ص_2}$$

کیونکہ اب نور کی شعاعیں شیشہ سے نکلکر ہوا میں داخل ہوتی ہیں۔ (یعنے انعطاف نما $\frac{1}{م}$ ہے)۔

$$\therefore \frac{1}{خ} - \frac{م}{خ} = -\frac{م-1}{ص_2} \quad \ldots\ldots (2)$$

مساوات (۱) اور (۲) کو جمع کرنے سے

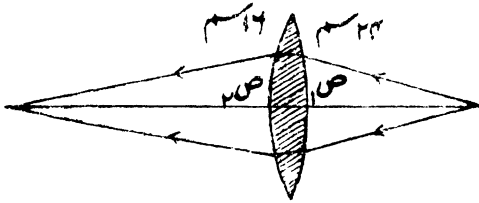
$$\frac{1}{خ} - \frac{1}{ش} = (م-1)\left(\frac{1}{ص_1} - \frac{1}{ص_2}\right) \ldots (3)$$

اگر شخص (۲) لاتناہی پر واقع ہو تو شعاعیں عدسہ پر متوازی پڑینگی اور $\frac{1}{ش}$ = صفر۔ لیکن ایسی صورت میں خیال عدسہ کے اصلی ماسکہ پر ہوتا ہے جس کی وجہ سے (خ) کی قیمت (م)

یعنے عدسہ کا ماسکی طول ہو جاتی ہے۔

پس $\frac{1}{م} = (ھ-1)\left(\frac{1}{ص_1} - \frac{1}{ص_2}\right)$ ..... (۴)

مساوات (۳) میں بجائے $(ھ-1)\left(\frac{1}{ص_1} - \frac{1}{ص_2}\right)$ کے اسکی قیمت $\left(\frac{1}{م}\right)$ لکھنے سے بالآخر جو ضابطہ حاصل آتا ہے یہ ہے:

$\frac{1}{خ} - \frac{1}{ش} = \frac{1}{م}$ .... (۵)

شکل (۵۷)
محدب عدسہ

مثال - شیشہ کے ایک محدب الطرفین عدسہ کی سطحوں کے نصف قطر انحنا بالترتیب ۱۶سم اور ۲۴ سم ہیں۔ شیشہ کا انعطاف نما ۱٫۵ ہے دریافت کرو عدسہ کا ماسکی طول کیا ہے۔ اگر شخص کا فاصلہ اس عدسہ سے ۳۲ سم ہو تو خیال کا فاصلہ کیا ہوگا؟
شکل (۵۷) میں ص۱ = -۲۴ اور ص۲ = +۱۶

$\therefore \frac{1}{م} = (1٫5-1)\left(-\frac{1}{24} - \frac{1}{16}\right) = -\frac{1}{2} \times \frac{5}{48}$ [ازروے ضابطہ (۴)]

$\therefore م = -\frac{96}{5} = -19٫2$ سم

اور چونکہ $\frac{1}{خ} - \frac{1}{ش} = \frac{1}{م}$

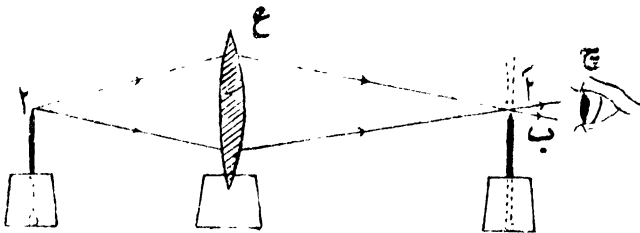
$$\therefore \quad \frac{1}{خ} - \frac{1}{۳۲} = - \frac{۵}{۹۶}$$

یعنی

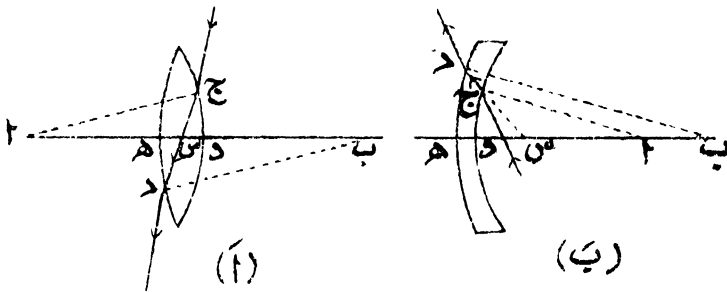
$$\frac{1}{خ} = \frac{1}{۳۲} - \frac{۵}{۹۶} = - \frac{۲}{۹۶}$$

∴ خ = -۴۸ یعنی 'خیال' عدسہ سے ۴۸ سم فاصلہ پر واقع ہوگا اور 'شخص' کے مخالف جانب ہوگا۔

تجربہ (۱۸)۔ مدقق عدسہ کا ماسکی طول۔

جیسا کہ شکل (۵۸) میں بتایا گیا ہے، ایک مدقق عدسہ (ع) کو کاگ میں ایک شگاف کرکے سیدھا کھڑا کرو۔ عدسہ سے کچھ فاصلہ پہ ایک موٹا الپن (ا) کاگ میں چبھو کر کھڑا کرو۔ عدسہ میں نور کی شعاعوں کا انعطاف ہوکر الپن کا خیال (اَ) پیدا ہوگا۔ اگر آنکھ (چ) کے پاس رکھی جائے تو یہ شعاعیں اس میں داخل ہونگی اور خیال الٹا نظر آئیگا۔ اب ایک دوسرا الپن (ب) ایسی جگہ رکھو کہ آنکھ کہیں بھی ہو لیکن اَ اور ب دونوں ایک ہی جگہ نظر آئیں۔ تب (ب) اور (اَ) کے مقام

شکل (۵۸)
ایک مدقق عدسہ کے ماسکی طول کی تعیین

ٹھیک منطبق ہونگے - اغ اور ب غ فاصلے ناپ لو اور ان کو عدسہ کے ضابطہ میں بالترتیب بجائے (ش) اور (خ) کے لکھکر ماسکی طول (م) شمار کر لو - یہی عمل فاصلے بدل بدل کر کئی بار دوہراؤ - اور جس طرح صفحہ (۸۴) پر بیان ہوا ہے ان سے (م) کی اوسط قیمت نکالو -

عدسہ کا مناظری مرکز - ہر عدسے کے لئے ایک ایسا نقطہ موجود ہے کہ اگر شعاع کی سمت اس میں سے گزرتی ہے تو عدسہ میں اس کے انعطاف سے شعاع منحرف نہیں ہونے پاتی - فرض کرو شکل (۵۹ (أ) اور (ب) میں (۲) اور (ب) عدسہ کی سطحوں کے مرکز انحنا ہیں - اج اور ب د باہدیگر متوازی کھینچو - چونکہ یہ خطوط کروی سطحوں

شکل (۵۹)
عدسہ کا مناظری مرکز

پر عمود ہونگے (ج) اور (د) کے پاس سطحیں (یا ان کے مماسی مستوی) ایک دوسرے کے متوازی ہونگی - پس عدسہ میں سے ج س د کی راہ سے جو شعاع گزریگی ہوا میں خارج ہونے کے بعد اس کی سمت وہی ہوگی جو عدسہ میں داخل ہونے سے پہلے تھی کیونکہ یہ دونوں سمتیں متوازی ہونگی (ملاحظہ ہو صفحہ ۸۸) - اور بازو کی طرف جو ہٹاؤ ہوگا

عدسہ کی موٹائی ناقابل لحاظ ہونے کی وجہ سے نہایت قلیل ہوگا۔ چونکہ $\overline{\text{ا ج}}$ اور $\overline{\text{ب د}}$ متوازی ہیں مثلثیں ا ج س اور ب د س باہمدگر متشابہ ہیں

$$\therefore \quad \frac{\text{ا ج}}{\text{ب د}} = \frac{\text{ا س}}{\text{ب ا س}}$$

مگر $\overline{\text{ا ج}} = \overline{\text{ا د}}$ ، اور $\overline{\text{ب د}} = \overline{\text{ب ا ھ}}$

$$\therefore \quad \frac{\text{ا د}}{\text{ب ا ھ}} = \frac{\text{۲ س}}{\text{ب ا س}}$$

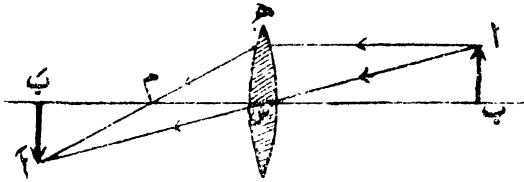
اور تناسب کے قاعدے سے۔

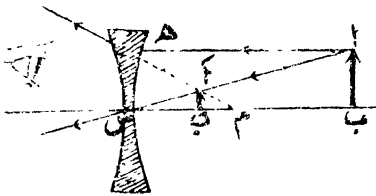
$$\frac{\text{ا د}}{\text{ب ھ}} = \frac{\text{ا د - ۲ س}}{\text{ب ا ھ - ب ا س}} \quad \text{یعنی} \quad \frac{\text{ا د}}{\text{ب ا ھ}} = \frac{\text{س د}}{\text{س ھ}}$$

لہذا جتنی شعاعیں عدسے میں سے انحراف بغیر گزریںگی نقطہ (س) میں سے ہو کر نکلیںگی، اس نقطہ کا نام عدسے کا مناظری مرکز رکھا گیا ہے۔ شکل کے معائنہ سے واضح ہوگا کہ یہ نقطہ (س) بعض صورتوں میں (شکل (اَ) کی طرح) عدسہ کے اندر ہوتا ہے اور بعض میں (شکل (بَ) کی طرح) باہر ہوتا ہے۔ لیکن ہر صورت میں اس کا فاصلہ عدسہ کی کروی سطح سے اس سطح کے نصف قطر انحنا کے متناسب ہوتا ہے۔

قابل لحاظ ابعاد کے شخص اور خیال۔

ایک معین قد کے شخص کا خیال دریافت کرنے میں وہی طریقہ اختیار کیا جاتا ہے جو صفحہ (۷۰) پر مقعر آئینوں کی بابت بیان ہوا ہے۔ شکل (۶۰) میں $\overline{\text{اب}}$ کو شخص تصور کرو۔ (۲) سے جو شعاعیں نکلتی ہیں ان میں سے ایک ایسی شعاع ۲ ھ منتخب کرو جو عدسہ کے اصلی محور کے متوازی ہو

عدسہ سے نکل کر یہ شعاع اصلی ماسکہ (م) میں سے گزر جائیگی -

شکل (٦٠)
مدقق عدسہ سے خیال کی پیدائش

ایک دوسری شعاع اس جو عدسہ کے مناظری مرکز (س) میں سے گزریگی بغیر انحراف باہر نکل آئیگی - دونوں نقطہ (ا) پر ملتی ہیں - اسی طرح (ا) سے جو شعاعیں نکل کر عدسہ میں داخل ہونگی عدسہ سے نکلنے کے بعد سب نقطہ (اَ) پر متقاطع ہونگی - پس (اَ) شخص کے نقطہ (ا) کا خیال ہوگا - شخص کے دوسرے نقطوں کے خیال بھی اسی طریقہ سے دریافت ہوسکتے ہیں - ان سب کا مجموعہ خط اَبَ ہوگا جو اب کا خیال ہے -

شکل (٦١)
موسع عدسہ سے خیال کی پیدائش

موسع عدسوں پر بھی یہی عمل جاری ہے لیکن ان میں خیال مجازی ہوتا ہے - شکل (٦١) میں شعاع اھ جب عدسہ سے نکلتی ہے ایسا معلوم ہوتا ہے گویا عدسہ کے اصلی ماسکہ (م) سے آرہی ہے -

شعاع ا س جو مناظری مرکز میں سے گزرتی ہے بلا انحراف چلی جاتی ہے
پس (۲) سے شعاعوں کی جو پنسل عدسہ پر پڑے گی نقطہ (۴) سے
پھیلتی ہوئی دکھائی دیگی - لہذا آبَ شخص اب کا خیال ہے -

شخص اور خیال کے قد - شکل (۶۰) یا (۶۱) دونوں
سے ظاہر ہے کہ مثلثیں ا س ب اور اَ س بَ متشابہ ہیں -
پس

$$\frac{\text{اَ بَ}}{\text{ا ب}} = \frac{\text{س بَ}}{\text{س ب}}$$

$$\frac{\text{خیال کا قد}}{\text{شخص کا قد}} = \frac{\text{خیال کا فاصلہ عدسہ سے}}{\text{شخص کا 〃 〃 〃}} = \frac{\text{خ}}{\text{ش}}$$

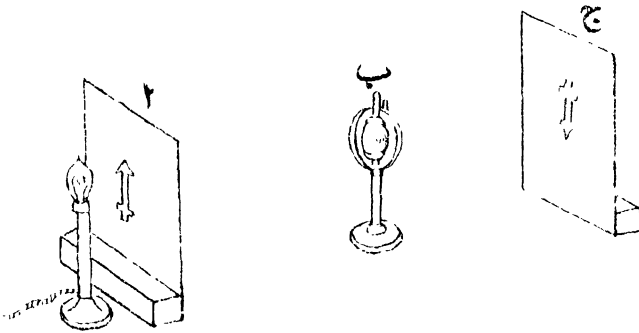
شکل (۶۰) میں خیال الٹا ہے، اور ش اور خ کی علامتیں مخالف
ہیں - شکل (۶۱) میں خیال سیدھا ہے، اور ش اور خ کی علامت
ایک ہے -

پس جب $\frac{\text{خ}}{\text{ش}}$ کی علامت مثبت ہوتی ہے
خیال سیدھا ہوتا ہے اور جب اس کی علامت منفی ہوتی
ہے تو الٹا -

طالب علم نے اس پر غور کیا ہوگا کہ اس معاملہ میں آئینوں اور
عدسوں میں اختلاف ہے اس کی وجہ یہ ہے کہ شعاعیں عدسے کے
اندر سے **گزرتی** ہیں اور آئینہ پر سے **منعکس ہوتی** ہیں یہی اختلاف
عدسے کے ضابطہ $\frac{1}{\text{خ}} - \frac{1}{\text{ش}} = \frac{1}{\text{م}}$ اور آئینہ کے ضابطہ

$\frac{1}{خ} + \frac{1}{ش} = \frac{1}{م}$ سے عیاں ہے۔

تجربہ (۱۹) شخص اور خیال کے قد۔

مقوے کے پردے (۲) میں ایک شگاف (مثلاً تیر کی شکل کا) کاٹو۔ اور اُس کو ٹریسنگ کے کاغذ سے ڈھانپ کر ایک تیز مبداء نور سے منور کرو پردے پر کے دوسرے جانب ایک عدسہ (ب) مناسب بلندی

شکل (۶۲)

'شخص' اور 'خیال' کے قدوں کی پیمائش۔

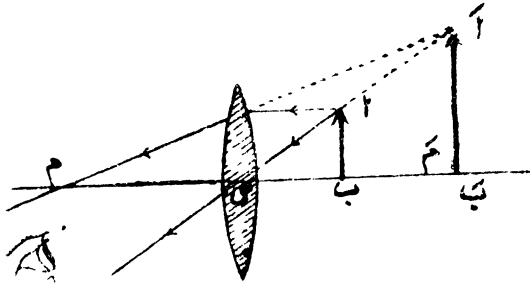
پر رکھو جیسا کہ شکل (۶۲) میں بتایا گیا ہے۔ (ج) کے پاس ایک اور پردہ پہلے پردے کے متوازی رکھو۔ کمرے میں اندھیرا کر کے پردے (ج) کو حسب ضرورت آگے پیچھے ہٹاؤ یہاں تک کہ اس پر ایک ممتازالحدود خیال نظر آئے۔ پھر ۲ب اور ب ج فاصلے ناپ لئے جائیں اور نیز 'شخص' اور 'خیال' کے طول۔ یہی عمل چھ مختلف وضعوں کے ساتھ دوہرایا جائے۔ اور نتیجہ اس جدول کی طرح

لکھا جائے۔

۲ اب	ب ج	خیال کا طول	ب ج / ۲ ب	خیال کا طول / شخص کا "

شخص اور خیال کی مختلف وضعیں - پتلے عدسوں کے لئے جو ضابطہ ثابت ہوا ہے اس کو اس شکل میں لا سکتے ہیں خ = $\frac{\text{ش م}}{\text{ش + م}}$ اور چونکہ مدقق عدسے کے لئے (م) منفی ہوتا ہے اس لئے اس مساوات سے یہ نتیجہ برآمد ہوتا ہے کہ جب تک (ش) بہ نسبت (م) کے بڑا ہوتا ہے (خ) منفی ہوتا ہے۔ ایسی صورتوں میں عدسہ کے جس جانب 'شخص' واقع ہوتا ہے 'خیال' اس کے مقابل جانب پیدا ہوتا ہے جیسا کہ شکل (۶۰) میں بتایا گیا ہے، اور حقیقی ہوتا ہے۔ آئینوں کی طرح (صفحہ ۷۵)، شعاعوں کے انقلاب سمت کے اصول سے یہ نتیجہ نکلتا ہے کہ 'شخص' اور 'خیال' باہمدیگر متبادل ہیں۔ یعنے ان کے محل زوجی ہیں۔

جب (ش) بہ نسبت (م) کے چھوٹا ہوتا ہے (خ) کی علامت مثبت ہوتی ہے۔ اب تک اس صورت پر بحث نہیں ہوئی تھی کیونکہ خیال مجازی پیدا ہوتا ہے۔ ضروری ہندسی عمل سے (شکل ۶۳) ظاہر ہوتا ہے کہ شعاعیں عدسہ میں سے گزرنے

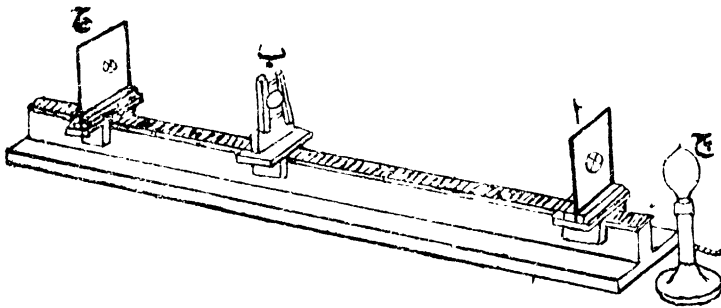
کے بعد منتشر ہوتی ہیں، اگرچہ ماس قدر نہیں جسقدر عدسہ میں داخل

شکل (۶۳)
مدقق عدسہ سے مجازی خیال کی پیدائش

ہونے سے پہلے تھیں۔ جو شعاعیں (۲) سے نکلی تھیں نقطہ (اَ) سے پھیلتی ہیں۔ پس اگر عدسہ کے پیچھے آنکھ ہو تو یہ شعاعیں اس میں داخل ہونگی اور اس کو (۲) کا خیال (اَ) نظر آئیگا۔ چونکہ اتساع کی وجہ سے ان شعاعوں میں کہیں بھی تقاطع نہیں ہوتا ہے ان سے پیدا ہونے والا خیال پردے پر اتر نہیں سکتا۔

موسع عدسہ کا (م) مثبت ہوتا ہے اور چونکہ

خ = $\frac{\text{ش م}}{\text{(ش+م)}}$ لہذا (خ) ہمیشہ مثبت ہوتا ہے، اس لئے خیال ہمیشہ مجازی ہوتا ہے۔ پس ایک ہی صورت پر غور کافی ہے چنانچہ شکل (۶۱) میں اس کی توضیح ہوئی ہے۔

مناظری تختہ (یا بنچ)۔ ماسکی طولوں کی صحت کیساتھ

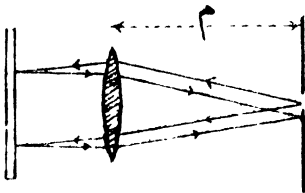
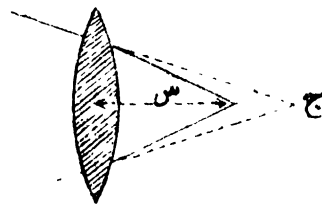
تعیین مقصود ہو تو مناظری تختہ استعمال کیا جاتا ہے۔ یہ ایک سلسل تختہ ہے جس پر ایک خطی پیمانہ (عموماً ۲ میٹر لمبا) نصب کیا ہوا ہوتا ہے (شکل ۶۴)۔ تختہ کے ایک سرے پر ایک پردہ (۲) ہوتا ہے جس کے بیچ میں صلیبی وضع کے تار تانے ہوتے ہیں۔ تاروں کو کھردری سطح کے فانوس والے چراغ (چ) سے منور کرتے ہیں۔ عدسہ کی ایک ٹیکن (ب) میں عدسہ کو جما کر تختہ پر رکھتے ہیں۔ اسی طرح ایک عمودی وضع کا سفید پردہ (ج) بھی تختہ پر رکھا جاتا ہے اور (۲) سے ان کے فاصلے حسب ضرورت گھٹائے بڑھائے اور ناپے جا سکتے ہیں۔ پردہ (ج) پر صلیبی تار کا ممتاز الحدود خیال بن جانے کے بعد پیمانہ پر شے اور خیال کے فاصلے (عدسہ سے) یعنی (ش) اور (خ) ناپ لئے جاسکتے ہیں اور پھر ان کی بدولت عدسہ کا ماسکی طول (م) شمار کر لیا جاسکتا ہے۔ مناظری تختہ میں سب سے اہم بات قابل اعتراض یہ کہ اس کے

شکل (۶۴)
مناظری تختہ

استعمال کرنے کے لئے تاریک کمرہ چاہیئے۔

تجربہ (۲۰) مدقق عدسہ کا ماسکی طول۔

(پہلا طریقہ) ۔مناظری تختہ کے ذریعہ شخص اور خیال کے فاصلے (ش) اور (خ) ناپ کر کئی ایک مدقق عدسوں کے ماسکی طول دریافت کرو۔

تجربہ (۲۱) مدقق عدسہ کا ماسکی طول

(دوسرا طریقہ) ۔شکل (۶۴) کے پردے (ج) کو نکال کر اُس کی جگہ ایک انتصابی مستوی آئینہ رکھو اور عدسہ کا فاصلہ صلیبی تاروں سے ٹھیک کرو حتّٰی کے اُن کے بازو ان کا ایک واضح اور ممتاز الحدود خیال پیدا ہو۔ یہ اسی وقت ممکن ہے جبکہ شعاعیں آئینے پر عمودی واقع ہونگی کیونکہ وہ اس سے منعکس ہوکر تقریباً اسی راہ سے واپس ہونگی جدھر سے وہ آئی تھیں۔ ملاحظہ ہو شکل (۶۵) پس نور کی پنسل عدسہ سے جب پہلے مرتبہ خارج ہوتی ہے تو متوازی وضع کی ہوتی ہے اور عدسے اور صلیبی تاروں میں جو فاصلہ ہے عدسہ کا ماسکی طول ہے۔ یہ طریقہ بالخصوص بڑے ماسکی طول کے عدسوں کیساتھ تجربہ کرنے میں کارآمد ہوتا ہے۔

شکل (۶۵)
مدقق عدسہ کے ماسکی طول کی پیمائش

شکل (۶۶)
عدسہ کی سطحوں کے نصف قطر انحنا کی پیمائش

تجربہ (۲۲)۔ عدسہ کی سطحوں کے نصف قطر انحنا ۔ محض عدسہ ہی کے ذریعہ صلیبی تاروں کے بازو ان کے خیال کی پیدائش ہوسکتی ہے۔ نور کی شعاعیں عدسہ کے اندر داخل ہوکر اس کی عقبی سطح پر سے منعکس ہونے سے یہ خیال پیدا ہوتا ہے۔ چونکہ شعاعیں ٹھیک اپنے پیشتر کے راستہ واپس لوٹتی ہیں اس لئے واضح ہے کہ عدسہ کی عقبی سطح پر ان کی وضع عمودی واقع ہوئی ہے۔ پس عدسہ کے اندر ان کی راہ ایسی ہے گویا وہ اس سطح کے مرکز انحنا (ج) سے نکل کر پھیل جاتی ہیں (شکل ۶۶)۔ نقطہ (ج) کو شعاعوں کا مجازی ماسکہ تصور کرسکتے ہیں جن کا کچھ حصّہ بجائے داخلی طور پر منعکس ہونے کے عدسے کے باہر نکل آتا ہے۔ صلیبی تاروں سے عدسہ کا فاصلہ اگر (ش) مانا جائے اور مرکز انحنا (ج) سے فاصلہ (ص۱) تو

$$\frac{1}{ص_1} - \frac{1}{ش} = \frac{1}{م}$$

چونکہ (م) کی تعیین تجربہ ۲۰ یا ۲۱ کے ذریعہ سے علٰحدہ طور پر ہوسکتی ہے۔ اس لئے مندرجہ بالا مساوات سے نصف قطر انحنا (ص۱) شمار کرلیا جاسکتا ہے۔

عدسے کو پلٹا کر دوسری سطح سے شعاعوں کو منعکس کراکے، پیشتر کی طرح، نصف قطر (ص۲) بھی دریافت کیا جاسکتا ہے۔ پھر صفحہ (۱۱۸) کے ضابطہ

$$\frac{1}{م} = (\text{ہ}-1)\left(\frac{1}{ص_1} - \frac{1}{ص_2}\right)$$

سے عدسہ کے مادّے کا انعطاف نما معلوم کرلیا جاسکتا ہے

اگر عدسے کی سطح مقعر ہو تو صفحہ (۷۶) کی طرح 'شخص کے بازو 'خیال' بناکر نصف قطر انحنا کی پیمائش کی جاسکتی ہے۔

تجربہ (۲۳) مقعر آئینہ کے ذریعہ مائع کا انعطاف نما۔ ایک وسیع مقعر آئینہ میز پر رکھو، اور اوپر ایک الپن (۱) کو ایسے مقام پر پکڑو کہ اُس کا خیال اور وہ دونوں منطبق ہوں۔ اِس صورت میں (شکل ٦٧) الپن کا فاصلہ آئینہ سے نصف قطر انحنا ۱ ج کے مساوی ہے۔

شکل (٦٧)
مائع کا انعطاف نما مقعر آئینے کے ذریعہ

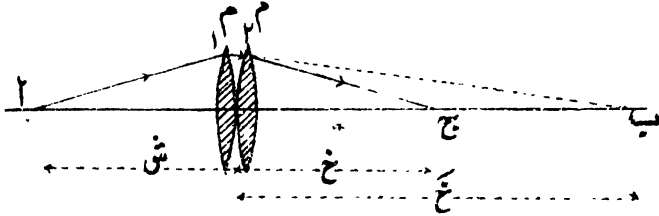
اب آئینہ پر خفیف مقدار میں دیا ہوا مائع ڈالو۔ چونکہ آئینہ وسیع ہے۔ اِس لئے اُس پر مائع کی ایک پتلی جھلی بچھ جائیگی۔ الپن کو مکرر آئینہ کے سامنے پکڑ کر خیال کے ساتھ منطبق کرو۔ فرض کرو اب اس کا مقام (ب) ہے۔ جن شعاعوں سے (ب) کے پاس کا خیال بنتا ہے آئینہ پر عمودی واقع تھیں۔ شکل (٦٧) کے معائنہ سے ظاہر ہوگا کہ

$$\text{م} = \frac{\text{جب ق}}{\text{جب ط}} = \frac{\text{دج}}{\text{دب}} \times \frac{\text{اد}}{\text{دج}} = \frac{\text{اج}}{\text{باج}}$$

پس اس مائع کے انعطاف نما (م) کی تعیین ہو جاتی ہے۔

یہ یاد رکھنا چاہیئے کہ **مائع کا عمق قلیل ہونا** ضرور ہے ورنہ مصرحہ بالا تقریبی عمل درست نہ ہوگا۔

باہمدیگر متّصل عدسوں کا مجموعہ۔ دو متّصل پتلے

عدسوں کے مجموعہ کا ماسکی فصل دریافت کرنے کے لئے صفحہ (۱۱۷) کا طریقہ استعمال ہوسکتا ہے۔

شکل (۶۸)

متصل پتلے عدسے

فرض کرو شکل (۶۸) میں (ا) ایک شخص ہے جس کے نور کا پہلے عدسہ (یعنی $م_۱$ ماسکی طول کے عدسہ) سے انعطاف ہوکر فاصلہ (خَ) پر بمقام (ب) خیال بنتا ہے۔ لہٰذا

$$\frac{1}{\text{خَ}} - \frac{1}{\text{ش}} = \frac{1}{\text{م}_1} \quad \ldots\ldots (۱)$$

دوسرے عدسہ (یعنی $م_۲$ ماسکی طول کے عدسہ) کے لئے (ب) شخص کی حیثیت رکھتا ہے اور خیال بمقام (ج) پیدا ہوتا ہے۔ پس

$$\frac{1}{\text{خ}} - \frac{1}{\text{خَ}} = \frac{1}{\text{م}_2} \quad \ldots\ldots (۲)$$

(۱) اور (۲) مساواتوں کو جمع کرنے سے

$$\frac{1}{\text{خ}} - \frac{1}{\text{ش}} = \frac{1}{\text{م}} + \frac{1}{\text{م}_2}$$ حاصل آتا ہے۔

لیکن ان دو عدسوں کے مجموعہ کو (م) ماسکی طول کا ایک عدسہ

اگر تصور کیا جائے تو

$$\frac{1}{خ} - \frac{1}{ش} = \frac{1}{م}$$

$$\therefore \quad \frac{1}{م} = \frac{1}{م_1} + \frac{1}{م_2} \quad \ldots\ldots\ldots (۳)$$

تجربہ (۲۴)۔ دو متصل عدسوں کا مجموعہ

$م_1$، $م_2$ ماسکی طول کے دو پتلے مدقق عدسوں کو ایک دوسرے سے متصل رکھ کر، مناظری تختہ کے ذریعہ سے ان کا معادل ماسکی طول (م) دریافت کرو اور ثابت کرو کہ

$$\frac{1}{م_1} = \frac{1}{م_1} + \frac{1}{م_2}$$

تجربہ (۲۵) ایک موسع عدسہ کا ماسکی طول۔

(پہلا طریقہ)۔ پہلے ایک محدّب عدسہ کا ماسکی طول ($م_1$) ناپ لیا جائے۔ پھر موسع عدسہ کو (جس کا ماسکی طول $م_2$ دریافت طلب ہے) اس سے متصل رکھ کر، مجموعہ کا ماسکی طول (م) معلوم کر لیا جائے۔ اس کے بعد مساوات (۳) کی مدد سے م، $م_1$ کی صحیح علامتیں لکھ کر ماسکی طول ($م_2$) شمار کیا جائے۔

تجربہ (۲۲) کی طرح 'شخص' کے بازو 'خیال' کی پیدائش سے، موسع عدسہ کے نصف قطر انحنا $ص_1$، $ص_2$ ناپ لئے جائیں۔ اور صفحہ (۱۱۸) کی مساوات (۴) کے ذریعہ سے عدسہ کے مادّے کا انعطاف نما (ھ) شمار کر لیا جائے۔

تجربہ (۲۶) ایک موسع عدسہ کا ماسکی طول۔ (دوسرا طریقہ) ۔ موسع عدسوں کے ماسکی طول کی تعیین میں جو دقت پیش آتی ہے خیال مجازی ہونے کی وجہ سے ہے ۔ چونکہ ایسا خیال پردے پر نہیں آسکتا اس لئے اس کا محل دریافت کرنا مشکل ہے ۔ ایک طریقہ جس میں یہ دقتیں رفع ہوتی ہیں یہ ہے کہ ایک مقعر آئینہ (۲) عدسہ (ع) کے پیچھے مناظری تختہ پر رکھ کر دونوں کے مقام ٹھیک کئے جائیں یہاں تک کہ پردے (پ) پر "شخص" کے بازو اس کا صاف اور واضح "خیال" پیدا ہو۔ شکل (۶۹) کے معائنہ سے واضح ہوگا کہ اس صورت میں شعاعیں آئینہ پر عمودی واقع ہوتی اور ٹھیک اسی راستہ واپس ہوتی ہیں جدہر سے وہ انعکاس سے پیشتر گئی تھیں ۔ پس ظاہر ہے کہ جب وہ عدسے سے پہلے مرتبہ خارج ہوئیں انکی سمتیں ایسی واقع ہوئیں گویا وہ آئینہ کے مرکز انحنا (ن) سے نکلیں۔ فاصلہ $\overline{\text{پ ع}}$ = (ش) ناپ لیا جائے ۔ $\overline{\text{ن ع}}$ = (خ) کی پیمائش کے لئے عدسہ کو تختہ پر سے اٹھا لو اور آئینہ کو ہٹا کر ایسے مقام پر رکھو کہ نور کی شعاعیں آئینے سے منعکس ہوکر (پ) کا خیال (پ) ہی کے بازو بنے ۔ اب آئینے کا مرکز انحنا (پ) ہوگا اس لئے اس کو جتنا فاصلہ ہٹایا گیا $\overline{\text{ن پ}}$ کے مساوی ہے ۔ یہ فاصلہ ناپ لیا جائے : (خ) یعنے

شکل (۶۹)

موسع عدسہ کے ماسکی طول کی تخمین

ن ع = پ ع - ن پ -

صفحہ (۱۱۸) کی مساوات (۵) سے عدسہ کا ماسکی طول (م) شمار کرلیا جائے۔

ڈائی آپٹر (بصریّہ)۔ مناظری سامان فروشوں کی اصطلاح میں عدسوں کے خواص سے متعلق ایک اور اکائی مروج ہے۔ ایک میٹر ماسکی طول کے عدسے کو وہ ایک ڈائی آپٹر (بصریہ) طاقت کا عدسہ کہتے ہیں۔ مدقق عدسوں کو وہ مثبت اور موسع کو منفی مانتے ہیں۔ پس اگر کسی عدسہ کی طاقت کو بصریوں میں بتانا مقصود ہو تو یہ یاد رکھنا چاہئے کہ

$$\frac{۱}{\text{م (ماسکی طول سنتی میٹروں میں)}} = \frac{۱۰۰}{\text{ماسکی طول میٹروں میں}}$$

پس اگر عدسہ کی طاقت (ط) بصریئے یا ڈائی آپٹر ہو اور ماسکی طول (م) سنتی میٹر تو ط = $\frac{۱۰۰}{م}$۔ یہ طریقہ بعض امور کے لحاظ سے مفید ہے۔ چنانچہ ط۱، ط۲ طاقتوں کے دو پتلے عدسوں کے اتصال سے جو مجموعہ بنتا ہے اوس کی طاقت ط محض ط۱ اور ط۲ کا مجموعہ ہے، یعنے ط = ط۱ + ط۲۔ اگر اس ہی بات کے سمجھنے میں کسی قسم کی دقّت پیش آتی ہے تو طالب علم اس کو اِس طرح ثابت کرسکتے ہیں:-

چونکہ ط = $\frac{۱۰۰}{م}$، ط۱ = $\frac{۱۰۰}{م۱}$ اور ط۲ = $\frac{۱۰۰}{م۲}$

معہذا $\frac{۱}{م} = \frac{۱}{م۱} + \frac{۱}{م۲}$

$\therefore \frac{۱۰۰}{م} = \frac{۱}{م۱} + \frac{۱}{م۲}$

یعنے ط = ط۱ + ط۲

مثال (۱)۔ایک مدقق عدسہ کا ماسکی طول ۲۰ سم ہے۔
اس کے ساتھ کس طاقت کا عدسہ ملایا جائے تاکہ مجموعہ کی طاقت
۳ ڈائی آپٹر ہو؟
مدقق عدسہ کی طاقت = ۱/۰۲۰ = ۵ بصریئے۔ فرض کرو
نئے عدسہ کی طاقت ط بصریئے ہے چونکہ ۳ = ۵ + ط
لہذا ط = -۲ بصریئے۔ یعنے -۲ بصریوں کا عدسہ استعمال کرنا ہوگا۔
علمی اصطلاح میں یہ ۵۰ سم ماسکی طول طول کا موسع عدسہ ہوگا۔

مثال (۲)۔ ۶ بصریوں کا ایک مدقق عدسہ ۲۰ بصریوں کے
ایک موسع عدسہ کے ساتھ جوڑا جاتا ہے اس مجموعہ کی طاقت
اور اس کا ماسکی طول دریافت کرو۔

ط = +۶ -۲ = +۴ بصریئے

لہذا مجموعہ کی طاقت +۴ بصریئے ہے یعنے وہ ۲۵ سم ماسکی طول
کا مدقق عدسہ ہے۔

چھٹے باب کی مشقیں

(۱)۔ ۴ انچ لمبا ایک 'شخص'، ۷ انچ ماسکی طول کے ایک
محدب عدسہ سے ۱۷ انچ دور اس کے محور پر عمودی وضع
میں کھڑا ہے۔ترسیمی عمل سے 'خیال' کا محل اور قد معلوم
کرو۔ (کیمبرج سینیر لوکل)

(۲)-ایک محدب عدسہ کا ماسکی طول ۲۰ سم ہے۔ 'شخص' کا محل دریافت کرو تاکہ 'خیال' حقیقی پیدا ہو اور شخص سے قد میں ۵ گنا ہو۔

(۳)-دو مساوی ماسکی طول کے مدقق عدسوں کے ذریعہ ایک 'شخص' کا سیدھا 'خیال' بنتا ہے۔ ثابت کرو کہ ان عدسوں کے مابین فاصلہ کم از کم ایک عدسہ کے ماسکی طول کے دو چند کے مساوی ہے۔ شکل کھینچکر عدسوں میں سے شعاعوں کا راستہ بتاؤ۔ [ل-ی-]

(۴)-عدسہ کے ماسکے کی تعریف کرو۔ نور کے ایک مبداء اور ایک پردے کے بیچ میں ۱۵۰ سم کا فاصلہ حائل ہے، ۲۰ سم ماسکی طول کا ایک عدسہ کہاں رکھا جائے تاکہ پردے پر مبداءِ نور کا ایک حقیقی خیال پیدا ہو؟ [ل-ی-]

(۵) ایک تیر ۵ سم لمبا ایک مدقق عدسہ کے محور پر اس وضع میں رکھا گیا ہے اُس کا پیکان عدسہ کی طرف اور اس سے ۲۰ سم فاصلہ پر ہے۔ اگر عدسہ کے ماسکی طول کی عددی قیمت ۱۰ سم ہو تو تیر کے خیال کا محل اور اس کے خصوصیات کیا ہونگے معلوم کرو۔ [ل-ی-]

(۶)-ایک ہی ماسکی طول (م) کے دو محدب عدسے ایک دوسرے سے (۳ م) فاصلہ پر رکھے ہوئے ہیں، دریافت کرو اس مجموعہ سے حقیقی خیال کی پیدائش ہونے کے لئے شخص کے محل کیا ہونگے۔ [ل-ی-]

(۷)-ایک سدھا منوّر تار ۳ سم لمبا ایک ۱۲ سم ماسکی طول کے پتلے عدسہ کے محور پر رکھا ہوا ہے۔ تار کا عدسہ سے قریب کا سِرا عدسہ سے ۲۱ سم دور واقع ہے۔ دریافت کرو خیال کا طول کیا ہوگا اگر تار عدسہ کے محور پر عمودی اور اس سے

۱ ۲۱ سم دور واقع ہو تو بتاؤ خیال کتنا لمبا ہوگا [ل۔ی۔]

(۸)۔ ایک محدب عدسے کے دونوں پہلو مساوی ہیں۔ عدسہ کا ماسکی طول ۶ انچ ہے اور جس شیشہ سے وہ بنا ہے اُس کا انعطاف نما ۱٫۵۵ ہے۔ دریافت کرو پہلو کا انحنا کیا ہوگا۔
جو عدسہ ۲ انچ سامنے رکھے ہوئے شخص کا خیال سہ چند بتائے اُس کا ماسکی طول کیا ہوگا؟ [ل۔ی۔]

(۹)۔ نور کی پنسل ایک نقطہ (ن) سے نکلتی ہے جو ایک محدب عدسہ کے محور پر واقع ہے۔ عدسہ میں سے گزر کر ایک محدب آئینہ کی سطح پر سے منعکس ہوتی ہے۔ بعد انعکاس پنسل عدسہ میں سے دوبارہ گزر کر اُسی مقام پر ماسکہ پر آتی ہے جہاں (ن) ہے۔ دریافت کرو آئینہ کا نصف قطر انحنا کیا ہے جبکہ عدسہ اور آئینہ میں ۱۰ سم فاصلہ ہے (ن) کا فاصلہ آئینہ سے ۳۰ سم ہے اور عدسہ کا ماسکی طول ۱۲ سم۔ [ل۔ی۔]

(۱۰)۔ دو عدسے ایک مشترک محور پر ایک دوسرے سے ۱۰ سم دور ہیں۔ اِن میں سے ہر ایک کا ماسکی طول ۲۰ سم ہے۔ ایک شخص ۲ سم اونچا پہلے عدسہ سے ۱۵ سم پر واقع ہے جو آخری خیال پیدا ہوگا کہاں اور کتنا اونچا ہوگا؟ شکل بھی کھینچی جائے۔ [ل۔ی۔]

(۱۱)۔ ایک موسع عدسہ کے ۱۵ سم پیچھے ایک نقطہ واقع ہے۔ نور کی شعاعیں مستدق ہوکر اس نقطہ پہ ملتی ہیں۔ اگر عدسہ کا ماسکی طول ۴ سم ہو تو شعاعیں عدسہ میں سے گزر کر درحقیقت کہاں جمع ہونگی معلوم کرو۔

(۱۲)۔ ۱ فٹ لمبی ایک شے ایک مدقق عدسہ سے ۱۰ فٹ پر واقع ہے۔ عدسہ کا ماسکی طول ۲ فٹ ہے۔ اس عدسہ سے نکل کر شعاعیں ۶ انچ ماسکی طول کے ایک موسع عدسہ پر پڑتی ہیں جو پہلے عدسہ سے ۲ فٹ پر ہے۔ سب سے جو آخری خیال پیدا ہوگا اس کا محل

اور قد دریافت کرو۔

(۱۳)۔ ۶ انچ ماسکی طول کے ایک محدّب عدسہ کے سامنے ۹ انچ فاصلہ پر ایک ۳ انچ ماسکی طول کا محدّب عدسہ رکھا گیا ہے۔اور اس دوسرے عدسہ کے سامنے ۶ انچ دُور پر ایک 'شخص' واقع ہے۔ تقریبی پیمانہ پر شکل کھینچ کر عدسوں کے نظام میں شعاعوں کا راستہ بتاؤ۔ آخری 'خیال' کی نوعیت کیا ہے؟۔

[جامعہ آڈلیڈ]

(۱۴)۔ محدّب عدسہ کا ماسکی طول اُس کی سطحوں کے انحنا کے کس طرح تابع ہے ثابت کرو۔ ۷ سم نصف قطر والے شیشہ کے ایک ٹھوس کُرے میں ایک چھوٹی 'چیز' محبوس ہے۔ کُرے کے مرکز سے اس کا فاصلہ ۱ سم ہے' اور جدھر سے وہ قریب ترین ہوتا ہے اُدھر سے اس کو دیکھا جاتا ہے۔ بتاؤ وہ کس جگہ نظر آئے گا اگر شیشہ کا انعطاف نما ۱ء۴ فرض کیا جائے۔

[جامعہ مدراس]

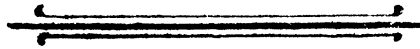
(۱۵)۔ عام اصول پر سمجھاؤ شیشہ کے ایسے عدسہ میں سے جو بہ نسبت کناروں کے بیچ میں موٹا ہو۔جب متوازی شعاعیں گزرتی ہیں تو کیوں ایک ماسکہ پر جمع ہو جاتی ہیں۔

ایک 'چیز' کا دو چند اور سیدھا خیال پیدا کرنے کے لئے ۱۰ سم ماسکی طول کا ایک محدّب عدسہ استعمال کیا جائے تو 'چیز' کہاں رکھی جانی چاہئے معلوم کرو۔ [ل-ی-]

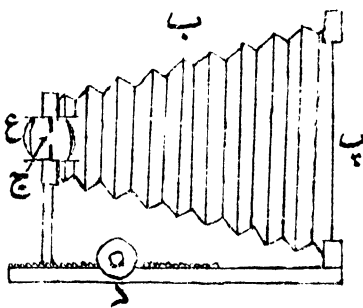
(۱۶)۔ ایک مدقق عدسہ کے 'شخص' اور 'خیال' کے فاصلوں اور اس کے ماسکی طول میں ارتباط دریافت کرو۔

۴ انچ ماسکی طول کے ایک مدقق عدسہ کے ذریعہ سے اگر 'شخص' سے سہ چند بڑے 'خیال' کی پیدائش مقصود ہو تو بتاؤ کہ 'شخص' کے لئے دو محل ممکن ہیں۔ ان دو صورتوں میں

جو خیال پیدا ہوں گے اِن میں امتیاز کیا ہے؟ (ل۔ی۔)

(۱۷)۔ایک محدب عدسہ سے ۲۰ سم دُور پر ایک "شخص" ہوتا ہے تو خیال شخص کے مساوی بنتا ہے۔اگر اس عدسہ کے متصل ایک دوسرا عدسہ رکھا جائے تو خیال کا قد گھٹ کر پہلے سے $\frac{1}{4}$ ہو جاتا ہے۔ دریافت کرو ان کے ماسکی طول کیا ہیں۔

ساتواں باب

مناظری آلات

عکس کشی کا آلہ (عکسالہ) شاید عدسوں کا سہل ترین استعمال عکاسی کے آلہ میں پایا جاتا ہے، جس میں ایک عدسہ یا عدسوں کے نظام کے ذریعہ آنے کے باہر کی کسی چیز (یا چیزوں) کے حقیقی خیال کی ایک مناسب پردے پر پیدائش ہوتی ہے۔ شکل (۷۰) میں (ع) مدقق عدسہ یا عدسوں کا نظام ہے اور (پ) پردہ جس پر خیال بنتا ہے۔ خیال کو ٹھیک ماسکہ پر لاکر دیکھنے کے لئے پردہ ایک غیر مجلا شیشہ کی تختی ہوتی ہے۔ عدسہ کو حسب ضرورت آگے یا پیچھے ہٹانے کے لئے

شکل (۷۰)
عکس کشی کا آلہ

ایک دندانہ دار پھنبیہ (د) پھرایا جاتا ہے۔ جب خیال واضح نظر آتا ہے تو شیشہ کی تختی کے عوض ایک حساس نور تختی رکھ دی جاتی ہے اور اس پر عکس اتر آتا ہے۔ (ب) ایک چمڑے کا ڈبہ ہے جو بے ضرورت یا مخل روشنی کو پردہ پر پڑنے سے باز رکھتا ہے۔

(ج) کے پاس جو دیا فرعمہ یا حدقہ ہے اُس کے ذریعہ خیال کی 'تیزی' (یعنے صراحتِ حدود) میں تبدیلی کی جا سکتی ہے۔ حدقہ ایک دائری سوراخ ہے جو عدسہ کے مرکزی حصّوں میں سے نہ آنے والی شعاعوں کو روک دیتا ہے۔ حدقہ جتنا چھوٹا ہوگا خیال کے حدود اتنا ہی زیادہ ممتاز ہونگے اس لئے کہ 'شخص' کے ہر ایک نقطہ کا خیال نقطئی ماسکہ کے قریب ہوتا جائیگا (شکل ۵۷ اور ۱۱۰)۔

عکاسی میں اس کی ضرورت ہے کہ خیال حتی الامکان روشن ہو۔ لیکن حدقہ کا قطر گھٹانے سے اُس میں سے گزرنے والا نور بھی گھٹ جاتا ہے اور اس لئے خیال کی روشنی میں بھی انحطاط واقع ہوتا ہے۔ خیال کی تنویر کی حدّت عدسہ کے ماسکی طول کے تابع ہوتی ہے، اور اگر خیال اصلی ماسکہ پر فرض کیا جائے تو اُس کے کسی حصّہ کا رقبہ (م^2) کے متناسب ہوگا، جیسا کہ صفحہ (۱۲۳) کے معائنہ سے ظاہر ہے۔ پس تنویر کی حدّت (م^2) کے عکس کے متناسب ہوگی۔ اور اگر حدقہ کا قطر (ق) تصور کیا جائے تو عدسہ میں سے جو نور پار ہوگا اس کی مقدار (ق^2) کے متناسب ہے۔ اس لئے آلے کے باہر تنویر کی حالت اگر غیر متبدل ہو تو ہر عدسہ کے ساتھ خیال کی روشنی مستقل رہنے کے لئے

$\frac{ق^2}{م^2}$ کی قیمت ایک ہی ہونی چاہیئے کیونکہ اس روشنی کا انحصار اسی پر ہے۔ بلحاظ ان وجوہ کے عکاسی کے عدسہ کے ساتھ عموماً ایسے حدقے مہیّا کیئے جاتے ہیں جن کے $\frac{ق^2}{م^2}$ کی قیمتیں اعداد ۱، ۲، ۴، ۸، ۱۶، اور ۳۲ کی متناسب ہوتی ہیں۔

ان عدسوں پر بالعموم اس طرح لکھا ہوا پڑتا ہے۔

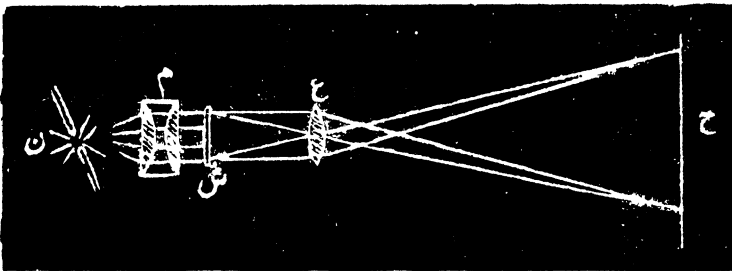
$\frac{م}{۶۴}$ ، $\frac{م}{۴۵}$ ، $\frac{م}{۳۲}$ ، $\frac{م}{۲۲}$ ، $\frac{م}{۱۶}$ ، $\frac{م}{۱۱}$ اور $\frac{م}{۸}$

یعنے ان کے قطر عدسہ کے ماسکی طول کے بالترتیب

$\frac{۱}{۶۴}$ ، $\frac{۱}{۴۵}$ ، $\frac{۱}{۳۲}$ ، $\frac{۱}{۲۲}$ ، $\frac{۱}{۱۶}$ ، $\frac{۱}{۱۱}$ اور $\frac{۱}{۸}$ حصے ہوتے ہیں۔

کیونکہ ۶۴، ۴۵، ۳۲، ۲۲، ۱۶، ۱۱ اور ۸ قریب ترین صحیح اعداد ہیں جو $\frac{ق^۲}{م^۲}$ اور اس لئے خیال کی روشنی کو ۱، ۲، ۴، ۸، ۱۶، ۳۲ اور ۶۴ کے متناسب کرتے ہیں۔

اس طریق پر اکسپوژر (انکشاف) کی جدولیں، مناسب تعیین کے بعد، تمام عدسوں پر حاوی ہو سکتی ہیں خواہ ان کا ماسکی طول کچھ ہی ہو۔

مناظری قندیل ۔ چونکہ اس میں ایک منفرد عدسہ یا عدسوں کے ذریعہ حقیقی خیال پیدا کیا جاتا ہے اس لئے مناظری لحاظ سے یہ قندیل عکاسی کے آلہ کے متشابہ ہے۔ شکل (۱۷) میں اس کا عمل

(شکل ۱۷)
مناظری قندیل

بتایا گیا ہے۔ عدسہ (ع) سلائیڈ کی تصویر (ش) کے شفاف حصّہ کا خیال پردہ (خ) پر بناتا ہے۔ چونکہ (ش) عدسہ کے ماسکہ سے ذرا ہی دُور ہٹا ہوتا ہے۔ اسلئے خیال بڑا ہوتا ہے اور اگر پردہ سفید اور کافی بڑا ہو تو ایک مجمع کثیر اسکا معائنہ کرسکتا ہے۔ تصویر کے شفاف حصّہ کو ایک تیز مبداء نور (ن) کے ذریعہ روشن کرتے ہیں۔ مکثفۂ نور (م) کے ذریعہ، مبداء کا جسقدر نور خیال پیدا کرنے والی شعاعوں کی راہ سے جاسکتا ہے بھیجا جاتا ہے۔ عام طور پر مکثف دو مستوی محدّب عدسوں پر مشتمل ہوتا ہے جن کے مستوی پہلوؤں کے رخ باہر کی طرف ہوتے ہیں۔

چونکہ تکبیر $\frac{خ}{ش}$ کے مساوی ہے اِس لئے ضابطہ $\frac{1}{خ} - \frac{1}{ش} = \frac{1}{م}$ کے ذریعہ مقررہ فاصلہ پر کسی بھی وسعت کے پردے کے لئے جو ماسکی طول درکار ہو شمار کرلیا جاسکتا ہے۔

مثال۔ ایک تصویر کی سلائیڈ (تختی) ۸ سنتی میٹر مربع ہے۔ مناظری قندیل سے ۱۰ میٹر دور ۳ میٹر مربع رقبہ کے پردہ پر اس تصویر کا پورا خیال اتارنا مقصود ہے۔ دریافت کرو قندیل کے عدسہ کا ماسکی طول کیا ہونا چاہئے۔

یہاں تکبیر $= \frac{خ}{ش} = -\frac{300}{8}$

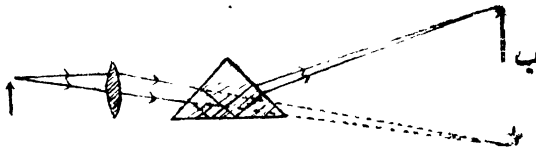
اور خ = ۱۰۰۰- سنتی میٹر $\therefore$ ش $= \frac{8000}{300}$

پس ضابطہ $\frac{1}{خ} - \frac{1}{ش} = \frac{1}{م}$ سے

$-\frac{1}{1000} - \frac{300}{8000} = \frac{1}{م}$

$\therefore$ م $= -\frac{8000}{308} = -25.9$ سنتی میٹر

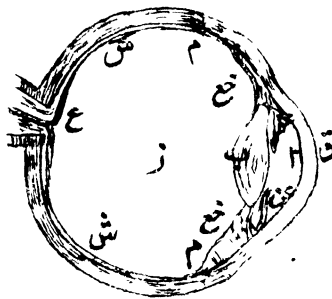
یعنے تقریباً ۲۶ سم ماسکی طول کے مدقق عدسہ کی ضرورت ہوگی -

خیال کو سیدھا کرنے والے منشور - چونکہ مناظری قندیل سے خیال الٹا بنتا ہے، اس لئے تصویر کی تختی قندیل میں الٹی لگائی جاتی ہے تاکہ پردے پر خیال سیدھا اترے - لیکن اگر پردے پر کسی ایسی چیز کا خیال

شکل (۷۲)
مناظری قندیل کے ساتھ خیال کو سیدھا کرنے والے منشور کا استعمال

پیدا کرنا مقصود ہو جو الٹی نہیں رکھی جاسکتی، مثلاً ایک اوتھل شیشہ کے خانہ میں کا مائع، تو متذکرہ بالا سیدھا کرنے والے منشور سے مدد لی جاتی ہے جیسا کہ صفحہ (۱۰۳) پر قبل ازیں بیان ہوچکا ہے - شکل (۷۲) میں بتایا گیا ہے کہ زاویۂ قائمہ والے منشور سے نور کا کلی انعکاس ہوکر اس کی عدم موجودگی میں خیال پردے پر (ا) کے پاس الٹا بنتا تھا اب کس طرح (ب) کے پاس سیدھا بنتا ہے -

آنکھ - عکاسی کے آلہ کی طرح آنکھ بھی ایک بند کمرہ ہے جسکے ایک سرے پر عدسہ ہے اور دوسرے پر خیال کے قبول کرنے کا پردہ - عدسہ کے باہر کے اجسام کے حقیقی خیال اس پردے پر پیدا ہوتے ہیں - فی الواقع آنکھ ایک نہایت ہی پیچیدہ آلہ ہے، لیکن اس پیچیدگی کی وجہ یہ ہے کہ اس کو مختلف صورتوں کے لئے ترتیب دینے کی ضرورت پیش آتی ہے -

محض ابتدائی امور کی تحقیق مد نظر رکھی جائے تو عکاسی کے آلہ سے جو تشبیہ دی گئی ہے وہ بیجا نہیں۔

شکل (۷۳) میں آنکھ کی ایک افقی تراش دی گئی ہے (م) ایک موٹا اور سخت غلاف یا پردہ ہے جو ایک شفاف اور لسلسی رطوبت (ز) سے بھرا ہوا، تقریباً کردی شکل کا ہوتا ہے۔ پردے کو پردہ ملتحمہ اور رطوبت کو رطوبت زجاجیہ کہتے ہیں۔ بلورین عدسہ (ب)، آبی رطوبت (۲) اور قرنیہ (ق) جو پردۂ ملتحمہ کا سامنے والا شفاف حصّہ ہے، یہ تینوں مل کر عدسوں کا ایک نظام بنتا ہے۔ پردہ ملتحمہ کے عقبی حصّہ کی اندرونی سطح پر کثیر التعداد خانیوں کا ایک جال ہے جس کے ہر خانہ میں عصبۂ نظر (ع) کے ریشوں کا ایک ایک سرا ختم ہوتا ہے۔ اس جال کو پردۂ شبکیہ کہتے ہیں۔ اور یہ وہ حسّاسِ نور پردہ ہے جس پر منور خیالوں کی پیدائش ہوتی ہے۔ رہی یہ بات کہ اس پر خیال پیدا ہونے کے بعد دماغ کو اس کا کس طرح احساس ہوتا ہے یہ طبیعیات کی تحقیق سے خارج ہے۔

شکل (۷۳)
آنکھ کی افقی تراش

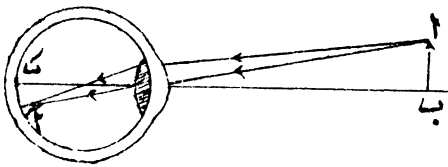
پردۂ عنبیہ (عن) ایک دیا فرغمہ یا جھلّی ہے جس کا عمل آلۂ عکاسی کے عدسہ کے حدقہ کے متشابہ ہے (صفحہ ۱۴۱) اس کے بیچ میں ایک سوراخ (ا) ہے جس کو آنکھ کی پتلی یا مردم چشم کہتے ہیں۔ یہ وہی سیاہ حصّہ ہے جو عموماً آنکھ کے بیچ میں نظر آتا ہے۔ اس کی سیاہی کی وجہ یہ

ہے کہ آنکھ کے اندر کی جھلیاں ایک سیاہ رنگ کے مادے سے رنگی ہوئی ہوتی ہیں تاکہ پردہ شبکیہ پر جو نور پڑتا ہے آنکھ کے اندرونی حصہ میں اس کا انعکاس نہ ہو ورنہ انعکاس سے رویت میں خلل واقع ہوگا۔جب آنکھ کے باہر روشنی تیز ہوتی ہے تو آنکھ کی پتلی، پردہ عنبیہ کے دائری عضلات کے سکڑ جانے سے، چھوٹی ہو جاتی ہے۔ اور جب روشنی مدھم ہوتی ہے تو دائری عضلات ڈھیلے پڑتے ہیں اور بعض قطری عضلات سکڑ جاتے ہیں جس کی وجہ سے پتلی پھیل جاتی ہے اور نور کافی مقدار میں آنکھ کے اندر داخل ہو کر رویت پیدا ہوتی ہے۔عام طور پر تنویر کے تغیر سے پردۂ عنبیہ کے عضلات انسان کے بلا ارادہ، حسب ضرورت سکڑتے اور پھیلتے ہیں جب یہ تغیرات حد سے بڑھ جاتے ہیں پردۂ عنبیہ آنکھ میں داخل ہونے کی نور کی ٹھیک مقدار کو ترتیب نہیں دے سکتا۔اسی صورت میں انسان کو ان تغیرات کا احساس ہوتا ہے ورنہ نہیں ہوتا۔

ظاہر ہے کہ اگر آنکھ کا عدسہ غیر متبدل ماسکی طاقت کا ہوتا تو چونکہ اس کا فاصلہ پردۂ شبکیہ سے مستقل ہے صرف ایک خاص فاصلہ پر کی چیزیں صاف دکھائی دیتیں۔دوسرے فاصلوں پر کی چیزوں کی رویت واضح نہ ہوتی۔کیونکہ پردۂ شبکیہ پر ان کا خیال ٹھیک ماسکہ پر نہ آتا عکاسی کے آلہ اور مناظری قندیل کے عدسے بھی غیر متبدل ہوتے ہیں لیکن ان کو آگے یا پیچھے ہٹانے سے پردہ پر مختلف فاصلوں کی چیزوں کا خیال واضح بنایا جا سکتا ہے۔آنکھ کے عدسہ کا محل تو غیر متبدل ہے لیکن اس کے ماسکی طول میں کمی زیادتی ہو سکتی ہے۔جس دائری عضلہ کی حرکت سے یہ بات پیدا ہوتی ہے **خملدار عضلہ** (خع) (شکل ۴۳) کہلاتا ہے۔

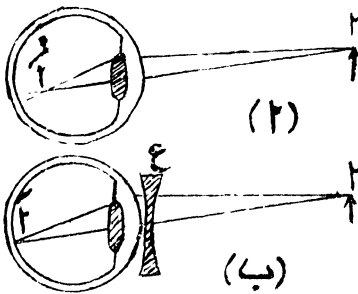
حقیقت حال یہ ہے کہ **عدسہ** بیضیہ لچکدار ہوتا ہے، جب آنکھ وضع سکون میں ہوتی ہے خملدار عضلہ ڈھیلا پڑ جاتا ہے۔جب کسی چیز پر نگاہ غور سے پڑتی ہے تو خملدار عضلہ میں تناؤ پیدا ہو کر عدسہ بیضیہ کا انحنا

ترتیب پاتا ہے اور اس سے شبکیہ پر اُس چیز کا صاف اور ممتاز الحدود خیال بنتا ہے۔ انحنا کے گھٹنے بڑھنے سے تدریج میں شخص کے فاصلہ کی مناسبت سے حسب ضرورت تغیر تبدل واقع ہوکر رویت واضح ہوتی ہے۔ آنکھ کی یہ طاقت توفیق کہلاتی ہے۔ اس کا یہ عمل بلا عمد ہوتا ہے جس کو **فزیالوجی** میں **ریفلکس ایکشن** کہتے ہیں۔

ایک اور بات قابل غور ہے۔ شکل (۴۷) کے معائنہ سے معلوم ہوگا کہ اگر ا ب آنکھ کے باہر کوئی شخص ہے تو اس کا خیال ا ب پردۂ شبکیہ پر معکوس بنتا ہے۔ اس معکوس خیال کی اطلاع دماغ کو پہنچتی ہے تو اسکو احساس ہوتا ہے کہ شخص ا ب کی وضع سیدھی ہے۔ یہ کوئی حیرت کی بات نہیں اس لئے کہ ہمیں اس کا علم نہیں کہ ہماری آنکھ کے اندر فی الحقیقت نور کا طریقہ عمل کیا ہے۔ دماغ مختلف حواس کے تجربوں سے اس نتیجہ پر پہنچ جاتا ہے کہ جب خیال ا ب کا سا بنتا ہے تو شخص فی الحقیقت ا ب کی وضع میں ہوتا ہے۔

شکل (۴۷)

شبکیہ پر معکوس خیال کی پیدائش

رویت کے نقائص۔ آنکھ کے بعض عام نقائص ہیں جن کی تصحیح عینکوں کے ذریعہ بآسانی ممکن ہے۔ ان میں سے چند نیچے بیان کئے جاتے ہیں:

میوپیا یعنے کوتاہ نظری میں آنکھ کے عدسہ کا ماسکی طول جتنا بڑا ہونا چاہئے اتنا نہیں ہوتا یا یہ کہ آنکھ کا ڈھیلا ضرورت سے زیادہ لمبا ہوتا ہے۔ ایسی صورت میں کسی نقطہ (۲) کا خیال پردۂ شبکیہ پر نہیں بنتا بلکہ اُس کے سامنے بمقام (۲َ) بنتا ہے۔ دیکھو شکل ۷۵ (۲) شبکیہ پر خیال بننے کے لئے یا تو (۲) کو آنکھ سے زیادہ قریب کے کسی مقام پر رکھنا چاہئے یا آنکھ کے سامنے ایک موسع عینک (ع) رکھی جائے تاکہ آنکھ کے عدسہ بیضیہ کے ساتھ ایک ایسا مجموعہ تیار ہوجائے جس کا ماسکی طول کافی لمبا ہو۔ اسلئے کوتاہ نظر شخص کو نزدیک کی چیزیں تو صاف دکھائی دے سکتی ہیں مگر دور کی چیزوں کے دیکھنے کے لئے آنکھ کی طاقت توفیق ناکافی واقع ہوتی ہے، اور ان کا خیال شبکیہ کے سامنے بننے سے دھندلا نظر آتا ہے۔

(۲)

(ب)

شکل (۷۵)

کوتاہ نظری اور اس کا علاج

عینک (ع) کا ٹھیک ماسکی طول دریافت کرنے کے لئے فرض کرو کہ شخص، آنکھ کے سامنے سے بتدریج دور ہٹایا جاتا ہے۔ ایک مقام پر پہنچکر دھندلا نظر آنے لگیگا۔ اس مقام کو آنکھ کا **نقطہ بعید** کہتے ہیں۔ اگر آنکھ صحیح یعنے نقائص سے پاک ہوتی تو نقطہ بعید لاتناہی پر واقع ہوتا۔ کوتاہ نظر آنکھ کا نقطہ بعید دور نہیں ہوتا ہے، فرض کرو اس کا

فاصلہ آنکھ سے (ف) ہے۔ جب اس فاصلہ پر کوئی چیز واقع ہوتی ہے تو کوتاہ نظر آنکھ کا عدسہ خود اس کو پردۂ شبکیہ تک پہنچا دے سکتا ہے۔ اگر اس عدسہ کا اعظم ماسکی طول (م) اور اس سے شبکیہ کا فاصلہ (خ) تصور کیا جائے تو، بلا لحاظ علامات

$$\frac{1}{خ} - \frac{1}{ف} = \frac{1}{م} \cdots\cdots\cdots$$

ف سے کم فاصلہ پر کی چیزوں کے دیکھنے کے لئے آنکھ اپنے عدسہ کی تحدیب آپ بڑھالیتی ہے اور (م) گھٹ کر خیال شبکیہ ہی پر آجاتا ہے۔ مگر (ف) سے زیادہ دور کی چیزوں کے دیکھنے میں عینک کی محتاجی ہوتی ہے۔ اگر لاتناہی پر کی کسی چیز کا خیال عینک کے ذریعہ شبکیہ پر آجائے تو کسی اور مقام پر کی چیزوں کا خیال بھی آنکھ کی طاقت توفیق کی بدولت صاف دکھائی دے سکیگا۔ چونکہ آنکھ کے عدسہ کا اعظم ماسکی طول (م) فرض کیا گیا ہے اس لئے۔

$$\frac{1}{خ} - \frac{1}{\infty} = \left(\frac{1}{م} + \frac{1}{م'}\right)$$

یہاں م' عینک کے عدسہ کا ماسکی طول (بلا لحاظ علامت ہے)۔ اور $\frac{1}{م} + \frac{1}{م'}$ آنکھ کے عدسہ اور عینک کے مجموعہ کی ماسکی طاقت ہے (ملاحظہ ہو صفحہ ۱۳۲)۔

ایک مساوات میں سے دوسری کو تفریق کرنے سے

$$\frac{1}{ف} = \left(\frac{1}{م} + \frac{1}{م'}\right) - \frac{1}{م} = \frac{1}{م'}$$

یعنے کوتاہ نظر آنکھ کا نقص دور کرنے کے لئے ایسے موسع عدسہ کی عینک چاہیئے جس کا ماسکی طول آنکھ سے اس کے نقطہ بعید کے فاصلہ کے مساوی ہو۔

ہائیپر مٹروپیا یا دراز نظری میں آنکھ کے عدسہ کا ماسکی طول ضرورت سے زیادہ بڑا ہوتا ہے یا آنکھ کا ڈھیلا بہت چھوٹا ہوتا ہے۔ اس لئے نزدیک کی چیزوں کا خیال شبکیہ پر نہیں بنتا بلکہ اس کے عقب میں بنتا ہے صاف رویت کے لئے یا تو چیز (۲) کو آنکھ سے دُور ہٹانا پڑتا ہے یا آنکھ کے سامنے ایک مدقق عدسہ (ع) رکھنا پڑتا ہے تاکہ خیال ٹھیک شبکیہ پر بنے۔ دیکھو شکل (۷۶) ۲ اور ب)۔ صحیح آنکھ طبعی طور پر بلا کسی بار یا تکلّف کے لاتناہی سے لیکر تقریباً ۲۵ سنٹی میٹر فاصلہ تک کی چیزوں کو صاف دیکھ سکتی ہے۔ اس سے زیادہ نزدیک کی چیز اس کو صاف نہیں دکھائی دیتی۔ اس فاصلہ کو **رویت واضح یا صاف بینی کا اقلّ فاصلہ** کہتے ہیں۔ پڑھتے یا کام کرتے وقت آنکھ سے شئے، اسی فاصلہ پر رکھی جانی چاہئے۔

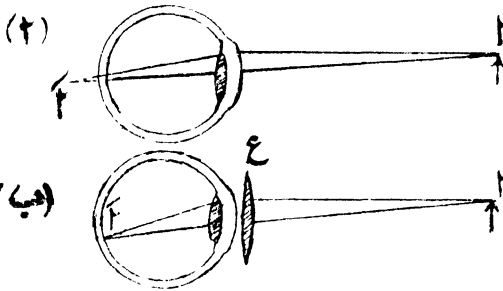
(۲)

(ب)

ع

شکل (۷۶)

دراز نظری اور اس کا علاج

دراز نظر آنکھ کو صحیح آنکھ کے مشابہ بنانے کے لئے عینک کا جو ماسکی طول چاہئے اس کی تعیین اس طرح ہوسکتی ہے۔ دُور کی کوئی چیز جب ایسی آنکھ کے نزدیک لائی جاتی ہے تو ۲۵ سم سے زیادہ فاصلہ پر ہی واضح رویت برخاست ہوجاتی ہے۔ جس مقام پر یہ بات شروع ہوتی ہے اس کو آنکھ کا **نقطہ قریب** کہتے ہیں۔

فرض کرو اس کا فاصلہ آنکھ سے (ف) ہے پیشتر کی طرح

$$\frac{1}{\text{خ}} - \frac{1}{\text{ف}} = \frac{1}{\text{م}}$$

اگر عینک کے استعمال سے صحیح آنکھ کی طرح ۲۵ سم دور کی چیز کا خیال شبکیہ پر پڑتا ہے تو

$$\frac{1}{\text{خ}} - \frac{1}{25} = \frac{1}{\text{م}'}$$

یہاں (مَ) سے مراد عینک اور آنکھ کے عدسہ کے مجموعہ کا ماسکی طول ہے۔ (بلا لحاظ علامت)

پس $$\frac{1}{\text{ف}} - \frac{1}{25} = \frac{1}{\text{م}'} - \frac{1}{\text{م}}$$

لیکن $\frac{1}{\text{م}'} = \frac{1}{\text{م}} + \frac{1}{\text{م}_1}$ ، جس میں م_1 عینک کا ماسکی طول ہے۔

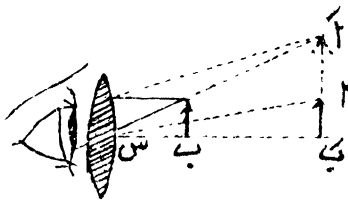
لہذا $$\frac{1}{\text{ف}} - \frac{1}{25} = \frac{1}{\text{م}} + \frac{1}{\text{م}_1} - \frac{1}{\text{م}} = \frac{1}{\text{م}_1}$$

پس م_1 کو شمار کر لے سکتے ہیں۔

پرسبیوپیا یعنے بڑھاپے کی دراز نظری آنکھ کے عدسہ بلورین کی لچک کے انحطاط سے پیدا ہوتی ہے۔ یہ انحطاط بتدریج ترقی عمر کے ساتھ بڑھتا جاتا ہے اس کی وجہ سے ہمدار عضلہ کو باوجود ڈھیلا چھوڑنے کے، عدسہ اپنی طبعی وضع اختیار کرنے میں قاصر رہتا ہے۔ اس لئے جو آنکھ بچپن میں کوتاہ نظر ہوتی ہے۔ ترقی عمر کے ساتھ رفتہ رفتہ صحیح ہو جاتی ہے، مگر اوائل عمر میں جو آنکھ دراز نظر ہوتی ہے آگے چل کر اس کا یہ نقص اور بڑھ جاتا ہے۔

مُبْہم ماسکیت کا نقص بہت عام ہے۔ جب تک آنکھ

کے عدسہ کے نظام کی سطحیں آنکھ کے محور کے اعتبار سے تحویلی نہ ہوں ان کا انحنا مختلف مستویوں میں جو محور میں سے گزرتے ہوں مساوی نہ ہوگا۔ پس ایسی صورت میں عدسہ کے نظام کا ماسکی طول مختلف سمتوں میں مختلف ہوتا ہے۔ لہذا 'شخص' کے کسی نقطہ کا خیال نقطہ نہیں ہو سکتا۔ اس وجہ سے ایسی آنکھ کو کسی چیز کی صحیح شکل نہیں دکھائی دیتی بگڑی ہوئی نظر آتی ہے۔ اس نقص کے علاج کے لئے اسطوانی سطح کی عینکیں استعمال کی جاتی ہیں تاکہ صرف ایک مستوی میں آنکھ کے عدسہ کا ماسکی طول بدلدیا جائے۔

سادہ خرد بیں۔ صفحہ (۱۲۶) پر مدقق عدسہ سے مجازی خیال کی پیدائش پر بحث کی گئی تھی۔ شکل کے معائنہ سے معلوم ہوا ہوگا کہ ایسی صورت میں خیال بہ نسبت شخص کے بڑا ہوتا ہے۔ یہ ایک سادہ خرد بیں کی مثال ہے۔ بہترین فائدہ کے حصول کے لئے آنکھ کو عدسہ سے جس قدر قریب رکھنا ممکن ہو رکھا جائے۔ اس سے نہ صرف میدانِ نظر بحد امکان بڑھتا ہے بلکہ آنکھ مجازی خیال اَ بَ سے اقل فاصلہ پر واقع ہوتی ہے۔ ملاحظہ ہو شکل (۷۷)۔ اور رویت اسیوقت بہترین ہوتی ہے جب کہ زاویہ نظر بحد امکان بڑا ہو۔ شخص کے حقیقی قد کی کوئی اہمیت نہیں۔ واضح ہو کہ کسی شئے کے زاویہ نظر سے وہ

شکل (۷۷)
سادہ مکبر شیشہ

زاویہ مراد ہے جو شئے کے سروں کو آنکھ پر ملانے سے پیدا ہوتا ہے۔ چنانچہ

شکل (۷۷) میں شخص ۱ب اور خیال ۱َبَ دونوں کا زاویہ نظر ایک ہی ہے لیکن چونکہ س ب رویت واضح کا اقل فاصلہ ہے، اگر آنکھ کے سامنے سے عدسہ اٹھالیا جائے تو شخص ۱َبَ آنکھ سے نہایت قریب ہونے کی وجہ سے صاف نظر نہ آسکیگا۔ صاف بینی کے لئے اس کو اس مقام سے ہٹا کر رویت واضح کے اقل فاصلہ پر یعنے بمقام ۱َبَ رکھنا ہوگا اور ایسی صورت میں اس کا زاویہ نظر چھوٹا ہوجاتا ہے۔ پس اس سے ظاہر ہے کہ عدسہ کے استعمال سے کیا فائدہ مترتب ہوتا ہے۔

$$\text{تکبیر} = \frac{\text{۱َبَ}}{\text{۱ب}} = \frac{\text{خ}}{\text{ش}}$$

مگر $\frac{1}{\text{خ}} - \frac{1}{\text{ش}} = \frac{1}{\text{م}}$ اور بہترین مفاد کی صورت میں خ = ۲۵سم یعنے صاف بینی کا اقل فاصلہ۔

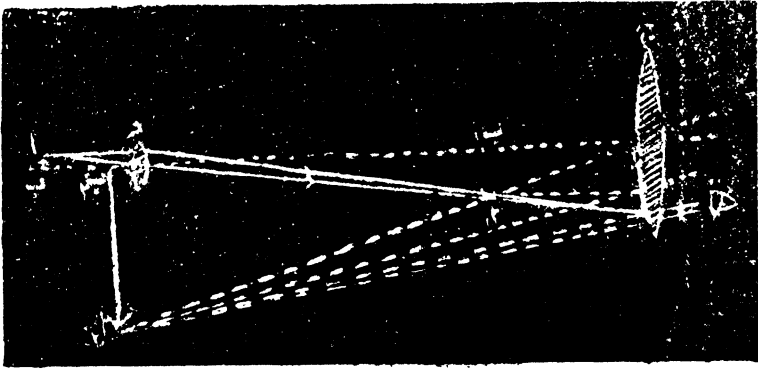
$$\therefore \frac{\text{خ}}{\text{ش}} = \frac{\text{خ}}{\text{م}} + 1 \quad \text{یا} \quad \frac{\text{خ}}{\text{ش}} = 1 + \frac{25}{\text{م}}$$

مثلاً اگر ۲،۵ سنتی میتر ماسکی طول کا مدقق عدسہ استعمال کیا جائے تو اس سے بڑی جو تکبیر ممکن ہے $1 + \frac{25}{2.5}$ یعنے ۱۱ ہے

تجربہ (۲۷)۔ سادہ خردبین۔ ایک چھوٹے

ماسکی طول کے مدقق عدسہ سے ۲۵ سنتی میتر فاصلہ پر مربعدار کاغذ کا تاؤ کھڑا کرو، ایک آنکھ عدسہ سے لگا رکھو۔ اور ایک چھوٹا ٹکڑا اسی مربعدار کاغذ کا آنکھ کے قریب لاتے جاؤ۔ یہانتک کہ عدسہ میں سے دیکھنے والی آنکھ کو چھوٹے کاغذ کی لکیروں کا جو خیال نظر آتا ہے مربعدار تاؤ کی بعض لکیروں کے ساتھ، جو دوسری (خالی) آنکھ کو دکھائی دیتی ہیں، اچھی طرح منطبق ہوجائے۔ چھوٹے کاغذ کی لکیروں کا خیال بڑا نظر آئیگا۔ گن کر دیکھو اس کے ایک مربع میں تاؤ کے کتنے مربعے سماتے ہیں۔ جو تعداد شمار

ہوگی۔ اس سے عدسہ کی تکبیر معلوم ہوجاتی ہے۔

مرکب خردبین ۔مختصر طور پر اس کو دو عدسوں کا مجموعہ تصور کر سکتے ہیں، جن میں سے ایک بہت چھوٹے ماسکی طول کا مدقق عدسہ ہوتا ہے جب کوئی چھوٹی چیز اس کے قریب رکھی جاتی ہے تو اس کا کسیقدر بڑا، معکوس اور حقیقی خیال پیدا ہوتا ہے۔ دوسرا عدسہ بطور ایک سادہ تکبیر شیشہ کے اِس خیال کا مجازی اور پیشتر سے زیادہ بڑا خیال بنا کر دکھاتا ہے۔ شکل (۷۸) میں ان کی توضیح ہوتی ہے۔

شکل (۷۸)
دو عدسوں کا مرکب خردبین

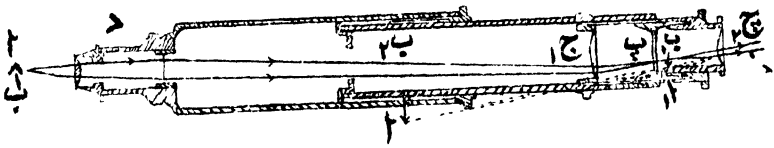
ا ب ایک چھوٹی چیز ہے جو عدسہ (ک) کے سامنے رکھی ہوئی ہے یہ عدسہ خردبین کا دہانہ کہلاتا ہے۔ اِس سے چیز کا معکوس اور حقیقی خیال ا، ب، پیدا ہوتا ہے۔ عدسہ (ح) جو خردبین کا چشمہ کہلاتا اور ایک سادہ تکبیر شیشہ کا کام دیتا ہے ا، ب، کا مجازی اور اس سے بڑا خیال ا۲ ب۲ بناتا ہے۔

شکل میں جو نقطہ دار خطوط کھینچے گئے ہیں محض خیال ا۲ ب۲

کا محل دریافت کرنے کے لئے بتائے گئے ہیں۔ دوسرے جو مسلسل خطوط دیئے گئے ہیں حقیقی شعاعوں کے راستے ہیں جو (۱) سے نکل کر آنکھ میں داخل ہوتی ہیں اور آخری خیال (۲) کی پیدائش میں مدد دیتی ہیں۔

خوردبین کی تکبیر اسکے دہانہ اور چشمہ کے عدسوں کے ماسکی طول کے تابع ہے۔ مثلاً دہانہ کے عدسہ کا ماسکی طول ۰٫۵ سنتی میٹر اور اس سے خیال ۱ ب ۱ کا فاصلہ ۲۰ سم ہے تو چونکہ شخص اصلی ماسکہ سے ذرا ہی دُور ہٹ کر واقع ہوگا خیال کی تکبیر تقریباً $\frac{۲۰}{۰٫۵}$ یعنے ۴۰ ہوگی۔ چشمہ کے عدسہ کا ماسکی طول اگر ۲٫۵ سم ہے تو اُس کے تنہا عمل سے تکبیر ۱ + $\frac{۲۵}{۲٫۵}$ = ۱۱ ہوگی (ملاحظ ہو صفحہ ۱۵۳)۔ اس لئے دہانہ اور چشمہ کے متفقہ عمل سے خردبین کی مجموعی تکبیر ۴۰ × ۱۱ = ۴۴۰ ہوگی۔

عملاً خردبین کا دہانہ اور چشمہ ایک ایک عدسہ پر مشتمل نہیں ہوتا ہے بلکہ کئی عدسوں کا مجموعہ ہوتا ہے تاکہ کروی اور لونی ضلالت وغیرہ کے سقم سے پاک ہو۔ شکل (۷۹) میں اس قسم کی ایک خردبین کی تراش بتائی گئی ہے۔ اس میں دہانہ (د) دو عدسوں کا مجموعہ ہے جس سے شئے اب کا حقیقی خیال بمقام ۱ ب ۱ پیدا ہوتا ہے۔ لیکن چشمہ کا پہلا عدسہ (ج ۱) حائل ہونے سے یہ حقیقی خیال ب پر آجاتا ہے، جہاں ایک باریک پیمانہ واقع ہے۔ (ج ۱) کو فیلڈ لنز، یعنے **عدسۂ میدان** کہتے ہیں۔ چشمہ کا دوسرا عدسہ (ج ۲) جو آئی لنز یعنے **عدسۂ چشم** کہلاتا ہے ۲ ب ۲ پر اس خیال کا مجازی خیال بناتا ہے۔ اگر پیمانہ (پ) کی پیشتر سے تعیر ہوچکی ہے تو اس پر شئے اب کا حقیقی قد پڑھ لیا جا سکتا ہے بشرطیکہ خیال پیمانہ کے مستوی میں ٹھیک ماسکہ پر آجائے۔ اس کی شناخت کے لئے اگر آنکھ کو بلحاظ محور

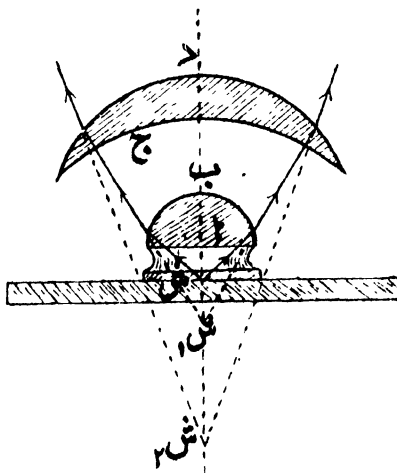
خردبین عرضی حرکت دی جائے شئے اور پیمانہ کے خیالوں میں کوئی

شکل (۷۹)
مرکب خردبین

اضافی حرکت محسوس نہ ہوگی۔ چشمہ میں پیمانہ ایسی جگہ قائم ہونا چاہئے کہ شئے کا آخری خیال ۲ا ب۲ دیکھنے والے کی آنکھ سے ۲۵ سم فاصلہ پر واقع ہو۔

تجربہ (۲۸) خردبین کی تکبیر کی پیمائش

ایک معلوم قد کی امتحانی شئے (جو مناظری آلات بنانے والوں کے پاس سے مہیا ہوسکتی ہے) خردبین کے زینہ پر رکھو۔ اس کی نلی کے بازو ایک ملی میٹر والا پیمانہ آنکھ سے ۲۵ سم فاصلہ پر اس طرح ترتیب دو کہ خردبین میں سے دیکھنے والی آنکھ کو نظر آسکے۔ خردبین کو ماسکہ پر لاؤ تاکہ امتحانی شئے کا اس سے جو خیال پیدا ہوتا ہے۔ باہر کے پیمانہ کے ساتھ ایک ہی وقت دکھائی دے۔ پھر اس شئے کا ظاہری قد پیمانہ پر پڑھ لیا جائے۔ چونکہ اس کا حقیقی قد معلوم ہے اس لئے خردبین کی تکبیر شمار ہوجاتی ہے۔

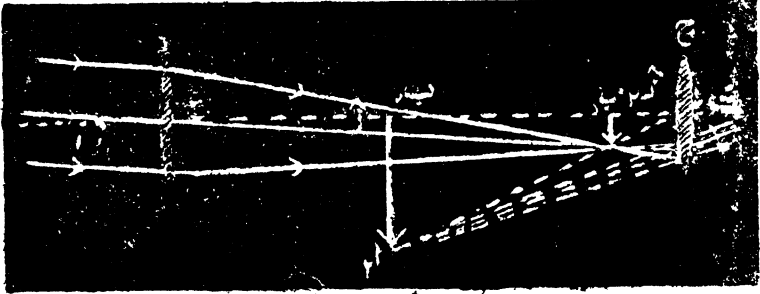
غرقی دہانہ۔ بہت بڑی طاقت کی خردبینوں میں زیادہ تکبیر کی وجہ سے میدان نظر کی تنویر بہت گھٹ جاتی ہے۔ اس کے انسداد کے لئے دہانہ کے ذریعہ سے جس قدر زیادہ نور ہوسکتا ہے

اس میں داخل کیا جاتا ہے تاکہ خیال کی تنویر میں مدد ملے۔ اگر عدسہ معمولی ہے تو صرف اس کے وسطی حصّوں سے کام لیا جا سکتا ہے ورنہ کروی ضلالت سے خیال کی شکل بگڑ جاتی ہے۔ ملاحظہ ہو صفحہ (۱۱۰)۔ طالب علم کو یاد ہوگا صفحہ (۱۱۵) پر سمجھایا گیا ہے کہ ایک خاص وضع میں کروی سطح غیر مضلّل ہو سکتی ہے۔ بڑی طاقت کی خردبینوں کے دہانہ کی ساخت میں کروی منعطف سطح کی اس خواص سے مدد لی جاتی ہے۔ شکل (۸۰) میں ا ب دہانہ کا سب سے نیچے کا عدسہ ہے۔ اس کی نیچے کی سطح (ا) مستوی ہے اور اوپر کی سطح (ب) کروی ہے۔ (ا) اور خرد بین کی سلائیڈ (یعنے معائنہ کی تختی) کے بیچ میں چوب دیودار کا روغن ہوتا ہے چونکہ اس کا انعطاف نما شیشہ کے مساوی ہوتا ہے اس لئے مناظری اعتبار سے 'شخص' (ش) کرہ (ب) کے اندر آجاتا ہے۔ جب وہ ٹھیک مقام پر ہوتا ہے اس سے محور سے دور ہٹ کر بھی (یعنے بڑے زاویوں پر بھی مائل) جو شعاعیں نکلتی ہیں سطح (ب) پر سے منعطف ہو کر سب کی سب کروی ضلالت سے پاک، خیال (ش۱) سے آتی ہوئی معلوم ہوتی ہیں۔ عدسہ ۲ب کے اوپر جو عدسہ

شکل (۸۰)
غرقی دہانہ

ہے اُس کی سطح (ج) کروی ہے اور اس کا مرکز (ش۱) سے منطبق ہے۔اس لئے جب (ب) سے نکل کر (ج) میں شعاعیں داخل ہوتی ہیں تو عمودی ہونے کی وجہ سے ان میں کوئی انحراف نہیں واقع ہوتا ہے۔جب یہ شعاعیں سطح (د) پر پہنچتی ہیں تو چونکہ اس کی بناوٹ ایسی ہوتی ہے کہ نقطہ ش۱ اور ش۲ کے لحاظ سے وہ غیر مضلل واقع ہوتی ہے اس لئے سب شعاعیں نقطہ (ش۲) سے پھیلتی ہوئی معلوم ہوتی ہیں۔طالب علم نے شکل کے معائنہ سے دیکھ لیا ہوگا کہ اب یعنے (د) سے نکلتے وقت ان شعاعوں کا پھیلاؤ بہت گھٹ جاتا ہے پس کروی ضلالت کا مزید اندیشہ باقی نہیں رہتا ہے اور خیال کی تنویر دہانہ کو روغن میں غرق کرنے سے بہت بڑھ جاتی ہے بہ نسبت اُس صورت کے جبکہ روغن اور عدسہ آب استعمال نہ کئے جاتے اور شعاعوں کے پھیلاؤ میں تخفیف کی غرض سے 'شخص' ہی کو (ش۲) پر رکھدیا جاتا۔

فلکی دوربین۔اس کا عمل ایک حد تک خردبین کے عمل سے متشابہ ہے چونکہ اس کو دور کی چیزیں دیکھنے کے لئے استعمال کرتے ہیں اس لئے عدسوں کی ترتیب وغیرہ میں اختلاف ضروری ہے۔دہانہ کا عدسہ دور کی چیز کا حقیقی اور چھوٹا خیال بناتا ہے اور چشمہ اس خیال کو بڑا کرکے بتاتا ہے۔

شکل (۸۱) میں (د) دہانہ کا عدسہ ہے جس سے دور کی چیز کا حقیقی خیال ۱۱ب۱ پیدا ہوتا ہے۔اس کو چشمہ کے عدسہ (چ) میں سے دیکھتے ہیں تو مجازی خیال ۲ا ۲ب دکھائی دیتا ہے۔

چونکہ "شخص" بہت دُور ہوتا ہے اس لئے اُس کے کسی بھی نقطہ سے آنے والی شعاعیں دُوربین میں تقریباً متوازی ہوکر

شکل (۸۱)

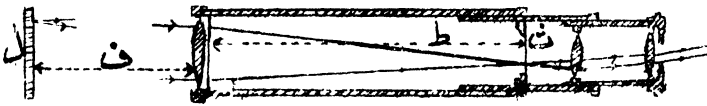
دو عدسوں کا استعمال بطور فلکی دُوربین کے

داخل ہوتی ہیں۔ پس خیال ۲ا ب۱ دہانہ کے عدسہ کے اصلی ماسکہ پر بنتا ہے اور ع ب اس کا ماسکی طول ہے۔ دُوربین کو ماسکہ پر لاتے وقت مشاہدہ کرنے والا بلا عمد خیال ۲ا ب۲ کو لاتناہی پر ترتیب دیتا ہے۔ لہذا فاصلہ ف ب۱ چشمہ کا ماسکی طول ہے۔ دُور کی چیزوں کو دیکھتے ہیں تو محض ان کے ظاہری قد پر غور کیا جاتا ہے اور اس کی تعیین اس زاویہ سے ہوتی ہے جو وہ آنکھ پر بناتے ہیں۔ دُوربین نہ ہو تو، شکل کے معائنہ سے ظاہر ہوگا کہ، "شخص" کا زاویہ نظر ($\hat{ذ}_1$) ہے۔ دُوربین کو استعمال کرنے سے خیال کا زاویہ نظر ($\hat{ذ}_2$) یعنے $\text{ا}_1\widehat{\text{ف}}\text{ب}_1$ ہے اِس لئے

$$\text{تکبیر} = \frac{\hat{ذ}_2}{\hat{ذ}_1} = \frac{\text{ا}_1\widehat{\text{ف}}\text{ب}_1}{\text{ا}_1\widehat{\text{ح}}\text{ب}} = \frac{\frac{\text{ا}_1\text{ب}_1}{\text{ف ب}_1}}{\frac{\text{ا}_1\text{ب}_1}{\text{ع ب}}} = \frac{\text{ع ب}_1}{\text{ف ب}_1}$$

$$\text{پس تکبیر} = \frac{\text{دہانہ کے عدسہ کا ماسکی طول}}{\text{چشمہ '' '' '' ''}}$$

زیادہ تکبیر کی دور بین کے دہانہ کا ماسکی طول لمبا اور اُس کے چشمہ کا ماسکی طول چھوٹا ہونا چاہئے۔

سروے یعنے پیمائش کی دُور بین۔جب دور بین سے کوئی ارتفاع (صفحہ ۵۲)، یا دور کے کسی بیس لائین (بنیادی خط) کا زاویۂ نظر ناپا جاتا ہے، تو اُس کا چشمہ صلیبی تاروں سے مہیا ہونا چاہئیے جو آلہ کے محور پر متقاطع ہوں۔اور ان کو ٹھیک اسی مقام پر رکھنا چاہئیے جہاں دہانہ کے عدسہ سے وشخص، کا حقیقی خیال پیدا ہوتا ہے۔

شکل (۸۲)
سروے (یا پیمائش) کی دُور بین۔

اگر دُور بین سے محض فاصلے ناپنے کا کام لیا جاتا ہے تو جس نقطہ کا فاصلہ ناپنا مقصود ہوتا ہے وہاں ایک درجہ دار **سٹاف** یا پیمانہ کھڑا کردیا جاتا ہے۔فرض کرو دہانہ سے اس کا فاصلہ (ف) ہے۔ اس پیمانہ کا خیال دو متوازی صلیبی تاروں (ش) پر لے لیا جاتا ہے دیکھو شکل (۸۲)۔اگر ان متوازی تاروں کا درمیانی فاصلہ (ص) ہے اور، دور بین میں سے دیکھنے سے ان کے ساتھ پیمانہ کا طول (ل) منطبق نظر آتا ہے تو صفحہ (۱۲۳) کی مساوات سے

$\frac{ل}{ف} = \frac{ص}{ط}$ ،جہاں (ط) سے دہانہ سے تاروں کا فاصلہ مراد ہے۔

چونکہ ل، ص، اور ط معلوم ہیں اس لئے پیمانہ کا فاصلہ (ف) شمار کرلیا جاسکتا ہے۔ واضح ہو کہ یہ فاصلہ دوربین کے دہانہ سے ناپا جارہا ہے نہ کہ اُس کی ٹیکن کے محور سے۔ معہذا جب پیمانہ کسی اور فاصلہ پر رکھا جاتا ہے تو صلیبی تاروں پر اس کے خیال کا انطباق ہونے کے لئے ان کو ہٹاکر دوسری جگہ رکھنا پڑتا ہے۔

انلیٹک ٹلسکوپ (اُنلیٹک دُوربین) پیمائش کی

دوربین سے متعلق اوپر جن تصحیحات کی ضرورت بتائی گئی ہے اُن سے بچنے کے لئے ایک زائد عدسہ استعمال کیا جاتا ہے۔ اصطلاح میں اس کو انلیٹک عدسہ کہتے ہیں۔ اس کا اصول شکل (۸۴) میں سمجھایا گیا ہے۔ ۱ب درجہ دار سٹاف یا پیمانہ ہے اور (ع) انلیٹک عدسہ۔ پیمانہ ۲ب کا حقیقی خیال ۱ب۱ جہاں تیار ہوتا ہے وہاں دو متوازی صلیبی تار ہیں جن کا درمیانی فاصلہ مستقل ہے۔ پس نقطہ (۱۲) دوربین کے محور سے مستقل فاصلہ پر واقع ہے۔ شکل غیر ضروری پیچیدہ نہ ہونے کی غرض سے پیمانہ ۲ب اور اس کا خیال ۲ب۱ صرف نصف نصف بتائے گئے ہیں۔ شعاع ۲ مٹی م ج ۱ پر غور کرو جو عدسہ (ع) سے نکل کر محور کے متوازی ہوتی ہے۔ پیمانہ کا فاصلہ دہانہ سے کچھ بھی ہو یہ شعاع بالالتزام مٹی م ج ۱ راستہ پر سے گزرتی ہے۔ اور اس لئے دہانہ کے عدسہ (د) میں داخل ہونے سے پہلے دوربین کے کسی مستقل نقطہ (ن) کی طرف اُس کا رخ ہوتا ہے۔ پس مثلث ۱ن ب کے زاوئے مستقل ہوئے ہیں۔ اور اگر پیمانہ کے دو مختلف

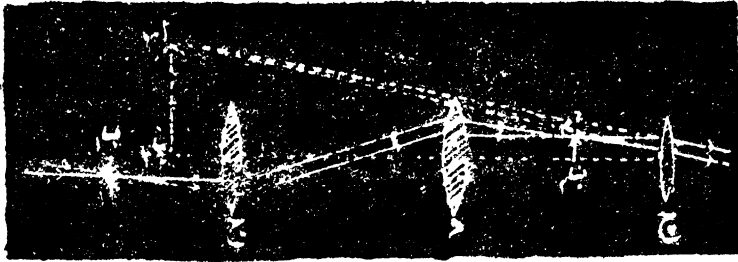
محل ۱ب اور ۲ب فرض کئے جائیں تو واضح ہے کہ بلحاظ واقعات

مصرجہ بالا $\frac{\text{۱ب}}{\text{ب ن}} = \frac{\text{۲ب}}{\text{ب ن}}$

شکل (۸۳)
انلیٹک دُوربین

لہٰذا ۱ ب۱ کے پاس صلیبی تاروں پر پیمانہ کا جو طول منطبق ہوتا ہے، ۱ب یا ۲ب کے متناسب ہونے کی وجہ سے، مستقل نقطہ (ن) سے پیمانہ کے فاصلہ کے متناسب ہے۔ اگر نقطہ (ن) آلہ کی ٹیکن پر واقع ہو تو صلیبی تاروں پر پیمانہ کا جو طول پڑھا جاتا ہے پیمانہ کے فاصلہ کے متناسب ہوتا ہے۔ ان دونوں کا باہمی تعلق یا تو عدسوں کے ماسکی طول اور ان کے محل معلوم کرکے شمار کرلے سکتے ہیں، یا کسی معلوم فاصلہ پر پیمانہ کو کھڑا کرکے صلیبی تاروں پر اس کا جو طول منطبق ہوگا اس کو پڑھ کر دریافت کرلے سکتے ہیں۔

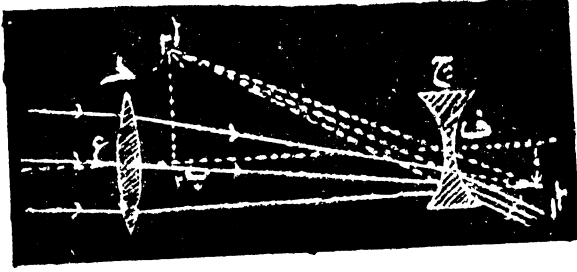
ارضی دُوربین ۔ متذکرہ بالا دوربینوں میں خیال معکوس واقع ہوتا ہے جو اکثر اغراض کے لئے نامناسب ہے۔ اس لئے

ارضی دور بینوں میں اس معکوس خیال کو سیدھا کرنے کی غرض سے دو مزید عدسے ترتیب دیئے جاتے ہیں۔ شکل (۸۴) میں خیال ۱ا ب۱ دوربین کے دہانہ سے پیدا ہوتا ہے۔ غیر ضروری طوالت کے اندیشہ سے شکل میں دہانہ نہیں بتایا گیا۔ ۱ا ب۱ کا فاصلہ عدسہ (ج) سے اس کے طولِ ماسکہ کے مساوی ہے، لہذا (ج) سے جب شعاعیں خارج ہوتی ہیں تو ان کی وضع متوازی ہوتی ہے۔

شکل (۸۴)

ارضی دوربین میں خیال کو سیدھا کرنے کیلئے زائد عدسوں کا استعمال

دوسرے عدسہ (د) پر جب یہ شعاعیں پڑتی ہیں تو اس کے ماسکہ پر حقیقی اور سیدھا خیال ۲ا ب۲ تیار ہوتا ہے۔ چشمہ (چ) میں جب اس کو دیکھتے ہیں تو مجازی اور سیدھا خیال ۲ا ب۲ نظر آتا ہے۔ خیال کو سیدھا کرنے کی غرض سے جو دو عدسے (ج) اور (د) دوربین میں شریک کئے جاتے ہیں ان کا طول ماسکہ مساوی ہوتا ہے اور ان کا درمیانی فاصلہ ان کے ماسکی طول کا دوچند ہوتا ہے۔

گلیلیو کی دوربین ۔ طالب علم نے دیکھ لیا ہوگا کہ ارضی دوربین میں خیال کو سیدھا کرنے کی غرض سے دو زائد عدسے

(ج) اور (د) جو شریک کئے جاتے ہیں ان سے دوربین کا طول
بڑھ جاتا ہے اور نیز ان کی سطحوں پر سے نور کا انعکاس ہوکر

شکل (۸۵)
گلیلیو کی دوربین میں عدسوں کی ترتیب

خیال کی تنویر میں بھی کمی ہوجاتی ہے۔ گلیلیو کی دوربین میں یہ
نقائص نہیں ہوتے لیکن اس کی تکبیر ارضی دوربین کی تکبیر
سے کم ہوتی ہے۔

شکل (۸۵) میں اس کے عمل کی تصریح ہوئی ہے۔ دہانہ
(د) دور کے شخص کی شعاعوں کو ۱ا ب۱ پر ماسکہ پر لاتا ہے لیکن
ایک بڑی طاقت کا موسع عدسہ (چ) راستہ میں حائل ہونے
کی وجہ سے ان میں انتشار ہوکر شخص کا ایک مجازی اور سیدھا خیال
ا۲ ب۲ پیدا ہوتا ہے۔

عدسۂ چشم (چ) ایسی جگہ ہونا چاہیئے کہ آخری مجازی
خیال ا۲ ب۲ لاتناہی پر واقع ہو۔ یعنے (چ) سے نکل کر شعاعیں
تقریباً متوازی ہوں۔ لہذا ا۱ ب۱ کا فاصلہ عدسہ (چ) سے یعنے
طول ف ب۱ اس عدسہ کے طولِ ماسکہ کے مساوی ہونا چاہیئے
اسی طرح ع ب۱ دہانہ کا ماسکی طول ہے۔ صفحہ (۱۵۹) کی تحریر سے

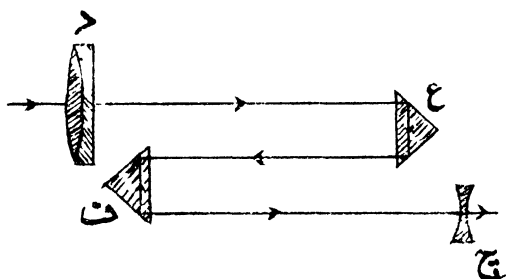
ظاہر ہے کہ اس دوربین کی تکبیر $\frac{\text{ف ب}_2}{\text{ع ب}_1}$ ہے جو $\frac{\text{ف ب}_1}{\text{ع ب}_1}$ کے مساوی ہے۔چونکہ زاوئے چھوٹے ہیں اس لئے بجائے انکے دائری پیمانوں کے ان کے مماس لکھے جاسکتے ہیں۔

$$\therefore \text{تکبیر} = \frac{\frac{\text{ب}_1}{\text{ف ب}_1}}{\frac{\text{ب}_1}{\text{ع ب}_1}} = \frac{\text{ع ب}_1}{\text{ف ب}_1}$$

$$= \frac{\text{دہانہ کا ماسکی طول}}{\text{عدسہ چشم کا ماسکی طول}}$$

منشوری دوچشمی دُور بین۔ بعض اوقات کلّی انعکاسی منشوروں کے ذریعہ اس قسم کی دوُربین کا مناظری طول (ہندسی طول میں اضافہ کئے بغیر) بڑھا دیا جاتا ہے۔ دہانہ (ح) سے جو شعاعیں نکلتی ہیں منشور (ع) سے بالکلیہ منعکس ہوکر دوربین کے پورے طول کا سفر کرتی ہیں۔ (ملاحظہ ہو شکل ۸۶)۔پھر منشور (ف) سے منعکس ہوکر دُوربین کے دوسرے سرے پر موسع عدسہ (ج) میں سے گزرتی ہیں۔پس واضح ہے کہ اس دوربین کا مناظری طول اس کے ہندسی طول کا سہ چند ہے، جس سے بہت زیادہ بڑے ماسکی طول کا دہانہ استعمال ہوسکتا ہے، اور اس لئے تکبیر ہیں اس کی مناسبت سے ترقی ہو جاتی ہے۔

چونکہ بالعموم ان کے جوڑ تیار کئے جاتے ہیں تاکہ وقتِ واحد میں مشاہدہ کرنے والے کی دونوں آنکھیں ان سے استفادہ کرسکے اس لئے ان کو پرزم بائی ناکیولرز یعنے **منشوری دوچشمی دوربین**

کہتے ہیں۔

شکل (۸۶)
منشوری دوچشمی دوربین میں عدسوں اور منشوروں کی ترتیب

تجربہ (۲۹)۔ دوربین کی تکبیر۔ کم از کم ۱۰ میٹر فاصلہ پر ایک میٹری پیمانہ انتصابی وضع میں کھڑا کرو۔ دوربین کے چشمہ پر ایک آنکھ رکھ کر اس سے پیمانہ کو دیکھنے کے لئے دوربین کو ماسکہ پر لاؤ اور دوسری آنکھ راست پیمانہ پر جمائے رکھو سرکو اِدھر اُدھر ہٹا کر دیکھو آیا پیمانہ اور اس کا خیال دونوں ایک ہی مستوی میں واقع ہیں تاکہ اختلاف منظر نہ ہو۔ گن کر معلوم کر لو خالی آنکھ سے پیمانہ کے کتنے درجے اس کے خیال کے ایک درجہ کے ساتھ منطبق ہوتے ہیں۔ اس سے دوربین کی تکبیر کی تعیین ہوتی ہے۔

پیرسکوپ (یعنے اطراف بین)۔ اس آلہ کی سہل ترین مثال دو متوازی مستوی آئینے ہیں جن کے مرکز ایک انتصابی خط پر واقع ہوں۔ اگر آئینے ایک دوسرے سے قریب نہ ہوں تو

صرف وہی چیزیں دکھائی دے سکینگی جو ایک تنگ زاویہ کے اندر محدود ہونگی ۔ آبدوز کشتیوں کے آدمیوں کو پیرسکوپ ہی کے ذریعہ سطح آب پر حرکت کرنے والی اطراف و اکناف کی چیزوں کا علم ہوسکتا ہے چونکہ اوپر کا آئینہ نیچے کے آئینہ سے ۲۰ فٹ بلندی پر ہوتا ہے اور جس نلی کے اندر یہ رکھے جاتے ہیں صرف ۶ انچ قطر کی ہوتی ہے، محض دو آئینوں سے اگر کام لیا جائے تو زاویہ نظر اتنا ہی چھوٹا ہوگا جتنا ۲۰ فٹ لمبی اور ۶ انچ قطر کی نلی میں دیکھنے سے معلوم ہوتا ہے ۔ پس ضرور ہے کہ کچھ عدسے بھی اس میں شریک کئے جائیں تاکہ میدانِ نظر میں وسعت ہو۔

شکل (۸۷) میں ایک اطراف بین کا عمل سمجھایا گیا ہے جس میں دو دوربینی نظاموں چ د اور چ د کے ذریعہ میدانِ نظر کی توسیع عمل میں لائی گئی ہے ۔ چ د کی ترتیب معکوس ہے، یعنے انکے چھوٹے ماسکی طول کے عدسے کا رخ شخص کی طرف ہے ۔

شکل (۸۱) کے ملاحظہ سے طالب علم کو معلوم ہوجائیگا کہ جب دوربین کے دہانہ کا رخ شخص کی طرف ہوتا ہے تو دہانہ میں جب شعاعیں داخل ہوتی ہیں ان کا میلان محور کے ساتھ بہت کم ہوتا ہے بہ نسبت انکے میلان کے جب وہ چشمہ سے باہر نکلتی ہیں۔ اس کے برخلاف جب چشمہ کو شخص کی طرف پھیر کر دہانہ میں سے دیکھا جاتا ہے تو اس معکوس ترتیب میں شخص بہت چھوٹا نظر آتا ہے لیکن **وسعت نظر یا رویت بڑھ جاتی ہے**

شکل (۸۷) میں شخص سے نکل کر شعاعیں ۴۵° کے منشور (مش ۱) پر گرتی ہیں اور نیچے کی طرف منعکس ہوتی ہیں ۔ پھر عدسہ (چ) سے انعطاف ہوکر ایک حقیقی خیال ۱ ب تیار ہوتا ہے جو عدسہ (د) کے اصلی ماسکہ پر ہوتا ہے ۔ اس لئے (د) سے جب

شعاعیں باہر آتی ہیں تو ان کی وضع نلی کے محور کے متوازی ہوتی ہے۔
پس واضح ہے کہ
معکوس دُوربینی
نظام پچ د کا
فعل یہی ہے
کہ ایک وسیع
میدان سے آنیوالی
شعاعوں کو اطراف نما
کی نلی کے محور
کے متوازی کرے۔
اگر (د) کے پیچھے
آنکھ رکھ کر دیکھا
جائے تو ایک
وسیع منظر کی چھوٹی
تصویر نظر آئیگی۔
نلی کے نیچے والے
سرے پر پچ د جو
دوربینی نظام ہے

شکل (۸۷)

آبدوز کشتی کی اطراف بیں

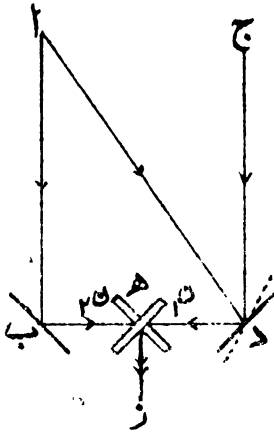
اس سے اس وسیع منظر کے خیال کی تکبیر عمل میں آتی ہے۔
دونوں نظاموں کے مجموعی اثر سے آخری خیال کی تکبیر عموماً صرف
تقریباً ۱ ۱/۴ ہے۔

عدسہ (د) سے نکل کر ماسکہ پر جمع ہونے سے پہلے شعاعوں
کو ۹۰° کے ایک دوسرے منشور (ش ۲) میں سے منعکس ہو کر
گزرنا پڑتا ہے۔ یہ منشور شعاعوں کو افقی وضع میں پلٹا کر حقیقی خیال
۲ ب ۲ کو سیدھا کر دیتا ہے۔ پس عدسہ (پچ) میں سے جب اس کو

دیکھتے ہیں تو آخری مجازی خیال ا۱ ب۲ سیدھا نظر آتا ہے۔ چکروں کے
ذریعہ نلی کو (باستثناء اس کے نیچے کے حصہ کے جس میں منشور (ع ۲)
اور چشمہ (چ) شامل ہیں) ہر کسی سمت میں پھیر سکتے ہیں تاکہ مشاہدہ
کرنے والا جس طرف کے منظر کا معائنہ کرنا چاہیے معائنہ کر سکے۔

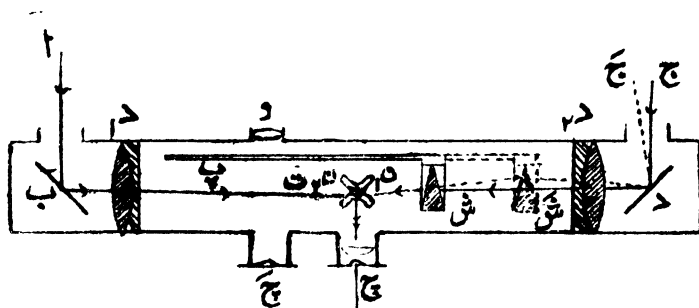
رینج فائنڈر (یعنے حد نما)۔ مشاہدہ کرنے والے سے
کسی چیز کا فاصلہ دریافت کرنے کے لئے انتصابی پیمانہ اور دوربین کا
طریقہ مستعمل ہوسکتا ہے جس کی صفحہ (۱۶۰) پر صراحت ہوئی ہے۔
لیکن اس میں چونکہ طول کے کسی معیار کو چیز کے پاس کھڑا کرنا
ہوتا ہے اگر چیز تک رسائی ممکن نہ ہو تو یہ طریقہ بکار آمد نہیں ہوسکتا
[مثلاً جنگ میں اگر دشمن کی توپوں کا صحیح فاصلہ دریافت کرنا مقصود
ہو تاکہ ان پر گولہ باری کی جائے یہ طریقہ بے سود ہے۔ اس کے
عوض کئی قسم کے حد نما ایجاد ہوئے ہیں جن میں طول کا معیار
جہاں سے مشاہدہ کیا جاتا ہے وہیں رکھا ہوا ہوتا ہے۔

جس چیز کا فاصلہ معلوم کرنا مقصود ہے اگر وہ لاتناہی پر واقع
ہو تو اُس سے آنیوالی دو شعاعیں مثلاً ا ب اور ج د (شکل ۸۸) متوازی
ہونگی۔ اگر (ب) اور (د) کے پاس مستوی آئینوں سے انکا انعکاس
ہو تو وہ بالترتیب ب ھ اور د ھ کی راہ سے چلی جائینگی۔ دو اور
آئینے ن۱، ن۲ جو ایک دوسرے کے اوپر واقع ہیں ان کے حائل
ہوں، جیسا کہ شکل میں بتایا گیا ہے تو شعاعیں منعکس ہوکر مقام
(ز) پر پہنچا دی جائینگی۔ اور مشاہدہ کرنے والے کی آنکھ کو اس چیز
کے دو منطبق خیال دکھائی دینگے۔ اگر بجائے لاتناہی پر واقع ہونے
کے وہ چیز کسی محدود فاصلہ پر ہو مثلاً (۲) پر تو آئینے (د) کو اس کے
محور پر مناسب زاویہ میں گھمانے سے شعاع ۲ د سمت د ھ میں
پلٹا دی جاسکتی ہے جس سے (۲) کے دونوں خیال منطبق ہوجائینگے

واقع ہو کہ پہلی وضع میں (یعنے جب لاتناہی پر تھی) (ب) اور (د) ایک دوسرے پر عمود واقع تھے۔ آئینہ (د) کو جس زاویہ میں گھومنا پڑا اس سے زاویہ ج د ا یا ب ا د کی تعین ہو جاتی ہے، اس لئے فاصلہ ا ب جو مماس التمام زاویہ ب ا د اور مستقل فاصلہ ب د کا حاصل ضرب ہے معلوم ہو جاتا ہے۔

شکل (۸۸)

حد نما کا اصول

جب ب د کے مقابلہ میں ا ب بہت بڑا ہوتا ہے تو خیالوں کے انطباق کے لئے آئینہ (د) کی گردش کا زاویہ کافی صحت کے ساتھ ناپا نہیں جاسکتا اس لئے ا ب کا طول بھی کافی صحیح نہیں دریافت ہو سکتا۔ بار اور سٹراؤڈ نے جو حد نما ایجاد کیا ہے اس میں یہ دقت ایک اور طریقہ سے رفع ہوتی ہے۔ ملاحظہ ہو شکل (۸۹) آئینہ (د) کو گردش دینے کے بجائے نوری ضلالت سے پاک، چھوٹے زاویہ کا ایک منشور (ش) (د) اور آئینوں کے جوڑ (ن۱، ن۲) کے بیچ میں رکھا جاتا ہے۔ یہ آئینے ایک دوسرے کے اوپر واقع ہوتے ہیں، جس سے مشاہدہ کی چیز کا اوپر والا حصّہ میدان نظر کے ایک نصف حصّہ میں سما جاتا ہے اور اس کا نیچے والا حصّہ میدان نظر کے دوسرے نصف حصّہ میں۔ آئینہ (د) اور آئینہ (ب) ٹھیک ایک زاویہ مستقیم پر مائل

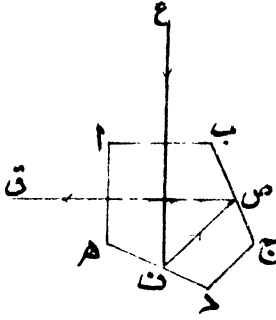
نہیں ہیں، لہذا لاتناہی پر جو چیز ہوتی ہے اس کے خیال کے دونوں نصف حصّے ملکر ایک مسلسل پورا خیال پیدا ہوتا ہے، جبکہ منشور کی وضع (ش) ہوتی ہے۔ یہ منشور ایک متحرک سہارے کے ساتھ استوارانہ طور پر جوڑا جاتا ہے، جس کے ساتھ ایک پیمانہ (پ) بھی ہوتا ہے۔ بائیں آنکھ کے ذریعہ (چ) میں سے ایک ثابت یا غیر متحرک نشان (ق) کو جب دیکھتے ہیں تو پیمانہ لاتناہی کا نشان بتاتا ہے جبکہ اب اور ج د متوازی ہوتے ہیں۔

شکل (۸۹)

بار اور سٹراؤڈ کے حدنما کا اصول

جب مشاہدہ کی چیز لاتناہی پر نہیں ہوتی ہے تو اس سے آنے والی شعاعیں اب اور ج د باہمدیگر مائل ہوتی ہیں، اور منشور کو ہٹاکر کسی دوسرے مقام (شؔ) پر رکھنا ہوتا ہے تا کہ خیال کے دونوں نصف حصے پھر مسلسل نظر آئیں۔ پیمانہ کی تقسیم اِس میں ہوتی ہے کہ اس کے جدید مقام سے مشاہدہ کی چیز کا فاصلہ راست معلوم ہوجاتا ہے۔ چونکہ منشور کا زاویہ بہت چھوٹا ہے اس لئے نور کی شعاعوں کا انحراف قلیل ہوتا ہے، لہذا منشور اور اس کے پیمانہ کو دور تک ہٹانا پڑتا ہے تا کہ اب اور ج د کے زاویہ میلان سے خیال کے نصف حصّوں میں جو ہٹاؤ پیدا ہوتا ہے

اس کی تلافی کی جائے ۔ اس لیئے اس آلہ کے ذریعہ ۱۰۰۰ گز تک کے فاصلے بھی ناپے جاسکتے ہیں جن میں خطا بقدر ایک فیصد سے بھی کم ہوتی ہے ۔ فی الحقیقت چشمہ (چ) سے دہانوں د۱ ، د۲ کے ساتھ دو دوربینیں ترتیب دینا مقصود ہے ۔ آئینے (ب) اور (د) سپکیولم کے فلز سے بنائے جاتے ہیں، اور جدید طرز کے آلوں میں ن۱، ن۲ ۴۵° کے منشور ہیں جن کو مناسب وضع میں نصب کردیا جاتا ہے ۔ متذکرہ بالا امور کے علاوہ اور بھی مناظری اور حیلی ترکیبیں اِس آلہ کے ساتھ وابستہ ہوتی ہیں جن کی تفصیل اس کتاب میں غیرضروری ہے ۔ صرف اتنا بیان کردیا جاتا ہے کہ پیمانہ (پ) نیم شفاف ہوتا ہے اور اس پر عدسہ (د) کے ذریعہ باہر سے روشنی پڑتی ہے تاکہ پیمانہ کا نشان پڑھا جاسکے ۔ عدسہ (چ) دو حصّوں پر مشتمل ہے ۔ اوپر کا حصّہ پیمانہ کے مشاہدہ میں مدد دیتا ہے، اور نیچے کا حصّہ ایک موسع عدسہ ہے جس کا عمل عدسہ (د) کے ساتھ ملکر گلیلیو والی دوربین کے مشابہ ہوتا ہے ۔ یہ دوربین ایک وسیع حد کے کم طاقت حدنما کا کام دیتی ہے، اس کے ذریعہ مشاہدہ کرنے والا آلہ کو جلد کسی چیز کے دیکھنے کے لئے ماسکہ پر لاتا ہے ۔ بڑے آلوں میں ب د کا طول ۴ ½ فٹ ہوتا ہے اور چھوٹوں میں ۲ فٹ ۔

مستقل انحراف کا عاکس منشور ۔ طالب علم نے دیکھا ہوگا کہ شکل (۸۹) میں (ب) اور (د) کے پاس جو آئینے ہیں ان کے ذریعہ پنسلوں ۲ ب یا ج د میں ۹۰° کا مستقل انحراف پیدا کیا جاتا ہے ۔ اس لئے ان آئینوں کو بالکل استوارانہ طریقہ پر ان کے مقاموں پر قائم کردینا ہوتا ہے، کیونکہ ان میں سے کسی ایک کو بھی اگر حرکت ہو تو ترتیب بگڑجاتی ہے اور فاصلے غلط ناپے جاتے ہیں ۔ اِس دقت سے بچنے کے لئے جدید قسم کے

آلوں میں آئینوں کے عوض منشوروں کے ذریعہ سے انعکاس پیدا کیا جاتا ہے۔ شکل (۹۰) میں شعاع ع ف منشور کے پہلو اب پر عمودی واقع ہوتی ہے اور پہلو ھ د پر سے داخلی طور پہ منعکس ہوکر ف ص کی راہ سے پہلو ب ج سے ٹکراتی ہے۔ یہاں بھی داخلی انعکاس ہوکر پہلو اھ میں سے عمود وار خارج ہوجاتی ہے۔ چونکہ منشور کے پہلوؤں ب ج اور ھ د میں زاویہ میلان مستقل ہے اور واقع شعاع ان پر سے دو بار منعکس ہوتی ہے اس لئے اس کا انحراف بھی مستقل ہوتا ہے۔ ملاحظہ ہو صفحہ (۴۹)۔

ع، ا، ب، ق، ص، ج، ھ، ن، د

شکل (۹۰)

مستقل انحراف کا عاکس منشور

یہ انحراف = ۲ π - ۲ ذ

جس میں (ذ) دونوں عاکس پہلوؤں کا زاویہ میلان ہے۔ چونکہ اس موقعہ پر زاویہ انحراف °۲۷۰ ہے۔

∴ °۲۷۰ = °۳۶۰ - ۲ ذ

لہذا ذ = °۴۵

پس منشور کے پہلوؤں ب ج اور ھ د میں زاویہ میلان °۴۵ ہونا چاہیئے تاکہ خارج شعاع کا مجموعی انحراف °۲۷۰ (یا °۹۰) ہو۔ اگر منشور اپنے مقام سے کسیقدر ہٹ جائے یا گردشی حرکت سے اسکی وضع میں کچھ اختلاف واقع ہوجائے تو بھی اس انحراف میں کوئی تغیر نہ ہوگا۔ آخرالذکر صورت میں شعاع واقع یا شعاع خارج کی وضع

منشور کے پہلوؤں پر عمودی نہیں ہوتی اس لئے شعاعیں کچھ منعطف بھی ہوتی ہیں۔ لیکن طالب علم اگر ذرا غور کرے تو معلوم ہوجائیگا کہ وقوع و خروج کے وقت جو انعطاف ہوتے ہیں مساوی اور مخالف ہوتے ہیں اسلئے مجموعی انحراف پر ان کا کوئی اثر نہیں پڑتا۔ منشوری عاکسوں میں ایک اور خوبی یہ ہے کہ فلزی عاکسوں کی طرح اپر زنگ نہیں آنے پاتا اور بار بار ان کو صیقل دینے کی ضرورت نہیں پڑتی۔

ساتویں باب کی مشقیں

(۱) کسی قسم کی دُور بین کا حال لکھو اور شکل کھینچکر اس کے عمل کا طریقہ بیان کرو۔

(۲) آنکھ کی مناظری ترتیب بیان کرو۔
ایک کوتاہ نظر آدمی کو $\frac{1}{2}$۴ انچ فاصلہ پر کی چیزیں صاف دکھائی دیتی ہیں۔ ۱۰ انچ دور کی چیزیں صاف طور پر دکھائی دینے کے لئے اُس کو کس قسم کا عدسہ استعمال کرنا چاہئیے اور اس عدسہ کا ماسکی طول کیا ہوگا؟

(۳) دور بین کی تکبیری طاقت کا مفہوم کیا ہے؟
شکل کھینچکر بتاؤ کہ ایک محدب اور ایک مقعّر عدسہ کو ترتیب دیکر دور بین کیونکر بنائی جاسکتی ہے۔

(۴) (۱) خورد بین (ب) دور بین کے استعمال کا طریقہ بیان کرو
دوربین میں جو آخری خیال بنتا ہے شخص سے چھوٹا ہوتا ہے
پھر سمجھاؤ دُور بین سے فائدہ ہی کیا حاصل ہوتا ہے۔

(۵) دور بین کی تکبیری طاقت سے کیا مراد ہے؟

۶ سم اور ۱۲ سم ماسکی طول کے دو محدب عدسوں کو ترتیب دیکر ایک دوربین بنائی جاتی ہے۔ شکل کھینچکر بتاؤ اس میں دور کی کسی چیز سے آنیوالی شعاعوں سے خیال کس طرح پیدا ہوتا ہے۔ اس دوربین کی تکبیری طاقت بھی حساب کرکے معلوم کرو۔

(۶) آنکھ کی توفیق سے کیا مراد ہے اور وہ کس طرح عمل میں آتی ہے؟
ایک شخص کی رویت واضح کا اقل فاصلہ ۸ فٹ ہے۔ اگر وہ اپنی آنکھ سے ۱۸ انچ دور پر کتاب رکھ کر پڑھنا چاہے تو کیسی عینک استعمال کرنی ہوگی؟ [کمبرج سینئر لوکل]

(۷) شکل کے ذریعہ دو محدب عدسوں سے بنی ہوئی مرکب دوربین کی ترتیب بتاؤ۔ شکل میں چند شعاعوں کی بھی صراحت کیجائے جن سے خیال کی پیدائش کی توضیح ہو۔ اس ترتیب میں مجموعہ کی تکبیر کن چیزوں کے تابع ہے؟ [ل۔ ی۔]

(۸) مناظری ترتیب کے لحاظ سے انسان کی آنکھ اور عکاسی کے آلہ میں مشابہت اور اختلاف کیا ہے بیان کرو۔
ایک کوتاہ نظر آدمی صرف ایسی چیزوں کو دیکھ سکتا ہے جو اس کی آنکھ سے ۸ سم اور ۱۰ سم فاصلوں کے درمیان واقع ہوں۔ ستارہ کی رویت واضح کے لئے ایسے شخص کو کیسی عینک لگانی ہوگی؟ ایسی عینک جب وہ استعمال کرے گا تو اس کا اقلِ فاصلۂ رویت واضح کیا ہوگا؟ [ل۔ ی۔]

(۹) دو سادے عدسوں کی بنی ہوئی مرکب خردبین میں خیال کی پیدائش کس طرح ہوتی ہے، شکل کھینچکر سمجھاؤ۔ اگر مشاہدہ کرنے والے کو ۲۵ سم پر واضح خیال

نظر آتا ہے تو دریافت کرو شخص، کہاں رکھا جائے جب کہ عدسوں کے ماسکی طول ۵ سم اور ایک سم ہیں، اور ان کے مابین ۲۰ سم فاصلہ ہے۔ اِس مجموعہ کی تکبیری طاقت بھی شمار کرو۔ [ل۔ی۔]

(۱۰)۔ ایک مناظری قندیل کے معائنہ کی تختی ۳ انچ مربع ہے۔ (یعنی ۳ انچ لمبی اور اتنی ہی چوڑی ہے)۔ پردہ، جس پر اِس تختی کا ۶ فٹ مربع خیال پیدا کرنا مقصود ہے، قندیل سے ۲۰ فٹ دور ہے۔ جس عدسہ کے ذریعہ ایسا خیال تیار ہوسکتا ہے اس کا ماسکی طول دریافت کرو۔ اور نیز شکل کھینچکر بتاؤ تختی کس وضع میں رکھی جائے تاکہ پردہ پر اس کا خیال سیدھا پیدا ہو۔ [ل۔ی۔]

(۱۱)۔ ایک شخص جس کا اقل فاصلۂ رویتِ واضح ۱۵ سم ہے کسی چھوٹی چیز کو بڑا بناکر دیکھنے کے لئے ۵ سم ماسکی طول کا ایک عدسہ استعمال کرتا ہے۔ جب وہ چیز ماسکہ پر لائی جاتی ہے تو اس کا فاصلہ کیا ہے اور تکبیر کیا ؟ [ل۔ی۔]

(۱۲)۔ نور کا کلی انعکاس کب ہوتا ہے ؟ مناظری آلات کی تیاری میں کلی انعکاس سے کیا مدد لی جاتی ہے، چند مثالیں دیکر سمجھاؤ۔ [ل۔ی۔]

(۱۳) ۳۰ سم ماسکی طول کا ایک مدقق عدسہ اور ۵ سم ماسکی طول کا ایک موسع عدسہ لیکر گلیلیو والی دوربین بنائی جاتی ہے شکل کھینچکر ان کی ترتیب بتاؤ اور نور کی دو شعاعوں کے راستے بتاؤ جو آخری خیال کی پیدائش میں مدد دیتی ہیں۔ اس آلہ کی تکبیری طاقت کیا ہے ؟ [ل۔ی۔]

(۱۴) دو مدقق عدسے جن کے ماسکی طول بالترتیب ۱۶ سم اور

۴ سم ہیں اگر تمہیں دیئے جائیں تو ان کو کس طرح ترتیب دے کر دوربین بناؤ گے؟
چند شعاعوں کے راستے بتاؤ جو ان عدسوں میں سے گزر کر خیال کے بنانے میں حصہ لیتی ہیں۔ اور نیز اس مجموعہ کی تکبیری طاقت دریافت کرو۔

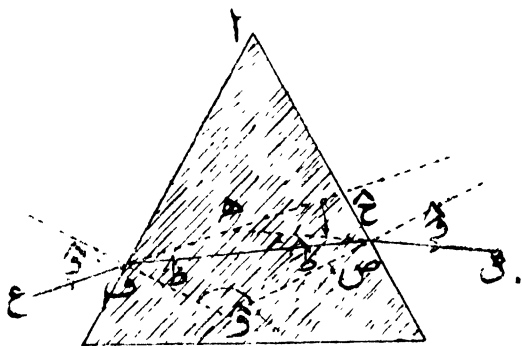
(۱۵) ایک نہایت سادہ فلکی دوربین کے دہانہ کا ماسکی طول ۴۰ انچ ہے اور اُس کے چشمہ کا ماسکی طول ۲ انچ۔ دریافت کرو اس کی تکبیری طاقت کیا ہے جبکہ کسی دور کی چیز کا آخری خیال (۱) دور کے کسی مقام پر دیکھا جاتا ہے، (۲) ۱۲ انچ فاصلہ پر دیکھا جاتا ہے۔
[کلیہ بمبئی]

(۱۶) انسان کی آنکھ کا بحیثیت ایک مناظری آلہ کے مفصل بیان لکھو اور عکاسی کے آلہ سے اس کا مقابلہ کرو۔
ایسی آنکھ کے لئے جو ۶ فٹ سے قریب کی چیزوں کو ماسکہ پر نہیں لاسکتی کیسی عینک چاہئے تاکہ اس سے ۱۰ انچ فاصلہ پر رکھ کر کتاب پڑھی جاسکے؟
[ل۔ی۔]

(۱۷) ڈائیاگرام کھینچکر بصارت کے دو سب سے زیادہ عام نقص بیان کرو۔
ایک دراز نظر آدمی جس کی رویت واضح کا اقل فاصلہ ۵۰ سم ہے جب عینک استعمال کرتا ہے تو یہ اقل فاصلہ گھٹ کر ۲۰ سم ہوجاتا ہے۔ دریافت کرو عینک کس قسم کی ہے اور اس کا ماسکی طول کیا ہے۔
[ل۔ی۔]

آٹھواں باب

منشور اور انتشار نور

منشور میں نور کا انعطاف۔ جب نور کی شعاع متوازی پہلوؤں کی شیشہ کی تختی میں سے گزرتی ہے تو اس کی سمت میں انحراف نہیں ہوتا، جیسا صفحہ (۸۸) پر بیان ہوا ہے۔ لیکن جب پہلو متوازی نہیں رہتے ہیں تو یہ بات باقی نہیں رہتی۔ شفاف مادے کے ایسے ٹکڑے کو مناظری اعتبار سے منشور کہتے ہیں۔ اس میں سے کسی

شکل (۹۱)
منشور سے نور کا انحراف

شعاع کا راستہ معلوم کرنے کے لئے مادّے کا انعطاف نما جاننا ضروری ہے۔ چنانچہ شکل (۹۱) میں ع ف ص ق جو شعاع بتائی گئی ہے اس کی راہ کا تعین بلحاظ ان تعلقات کے

ہوا ہے :۔ $\frac{\text{جب} \angle د}{\text{جب} \angle ط}$ = م اور $\frac{\text{جب} \angle د}{\text{جب} \angle ط}$ = م۔ واضح ہے کہ شعاع خارج ص ق شعاع واقع ع ف کے متوازی نہیں ہے۔ منشور کے دونوں پہلوؤں پہ شعاع منشور کے قاعدہ کی جانب مڑ گئی ہے۔ واقع اور خارج شعاعوں کا زاویہ میلان ح زاویہ انحراف ہے جو منشور کے ذریعہ پیدا ہوا ہے۔

شکل (۹۱) کے معائنہ سے معلوم ہوگا کہ منشور کے پہلے پہلو پہ شعاع کا انحراف (دٓ - طٓ) ہے اور دوسرے پہلو پر انحراف (دٓ - طٓ) ہے۔ پس مجموعی انحراف (دٓ - طٓ) + (دٓ - طٓ) ہے۔

یعنی حٓ = (دٓ + دٓ) - (طٓ + طٓ) .... (۱)

چونکہ کسی ذوالربعۃ الاضلاع کے چاروں زاویوں کا مجموعہ ۳۶۰° کے مساوی ہوتا ہے۔ اور ذوالربعۃ الاضلاع اف د ص کے زاویے ∠ اف د اور ∠ اص د ایک ایک زاویہ قائمہ ہیں اس لئے زاویہ (آ) اور اس کے مقابل کا زاویہ ف دٓ ص دونوں ملکر دو قائموں کے مساوی ہیں۔ علاوہ چونکہ مثلث ف د ص کے تینوں زاویے مل کر دو قائموں کے برابر ہیں اس لئے

آ + ف دٓ ص = ۲ قائمے = طٓ - طٓ + ف دٓ ص

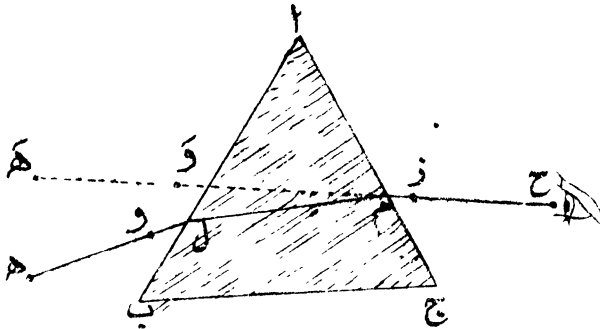
پس آ = طٓ + طٓ .... (۲)

مساوات (۱) کے ساتھ اس کو شریک کرنے سے

$$\hat{ا} + \hat{ح} = \hat{ط} + \hat{ط} \quad .... (۳)$$

منشور سے شعاع میں جو انحراف پیدا ہوتا ہے مناظری قرص کے ذریعہ اس کی عملی توضیح ہو سکتی ہے (ملاحظہ ہو صفحہ ۸۶) شکل (۳۷) کے نصف دائری شیشہ کی تختی کے عوض منشور رکھ کر تجربہ کیا جا سکتا ہے۔

تجربہ (۴۰) منشور سے نور کا انحراف

نقشہ کشی کے تاؤ پر ایک منشور کھڑا کیا جائے اور (ھ) اور (د) پر دو الپن انتصابی وضع میں چبھوئے جائیں (شکل (۹۲)۔ پہلو اج میں

شکل (۹۲)

منشور سے نور کے انحراف کا تجربہ

سے اگر دیکھا جائے تو الپن (ھَ) اور (دَ) کے پاس نظر آئینگے۔ مقام (ذ) اور (ح) پر دو اور الپن (ھَ) اور (دَ) کے خط پر رکھے جائیں۔ یعنے دو الپن اس طرح رکھے جائیں کہ پہلے دو الپنوں کے خیال انکے ساتھ ایک سیدھ میں نظر آئیں۔ کاغذ پر منشور کا خاکہ کھینچ لیا جائے پھر اسکو وہاں سے اٹھا لیا جائے اور خطوط ھد اور ح ذ کھینچے جائیں۔ جہاں ان کا تقاطع منشور کے پہلوؤں اب اور اج سے ہو ان نقطوں کو اگر (ل) اور (م) سے تعبیر کیا جائے تو خط ل م منشور میں شعاع کا

راستہ بتاتا ہے۔ (ل) اور (م) کو بالترتیب مرکز بناکر مناسب دائرے کھینچو اور ان نقطوں میں سے منشور کے پہلوؤں پر عمود بھی کھینچو۔ اور صفحہ (۸۵) کے ہندسی عمل سے منشور کے مادّے کا انعطاف نما دریافت کرو۔ یہی تجربہ دوسری شعاعوں کے ساتھ ازاویۂ وقوع بدل بدل کر) دوہراؤ۔ اس کے بعد ایک دوسرا منشور لے کر اسی طرح اُس کے مادّے کا یہی انعطاف نما دریافت کرو۔

اقل انحراف ۔ خواہ مناظری قرص کے ذریعہ یا تجربہ (۳۰) کے منشور اور الپنوں کے ذریعہ اس کی عملی توضیح ہوسکتی ہے کہ منشور میں ایک معیّن زادیہ سے کم انحراف ممکن نہیں۔ اگر ابتداءً زاویہ انحراف بڑا رکھا جائے اور منشور کو اس سمت میں پھیرا جائے جس سے انحراف میں گھٹاو واقع ہو تو آہستہ آہستہ منشور کو پھیرنے سے معلوم ہوگا کہ انحراف پہلے بتدریج گھٹتا جاتا ہے لیکن ایک معیّن زاویہ پر پہنچنے کے بعد منشور کو اگر اسی طرح پھیرے چلے جائیں تو انحراف میں تھوڑی دیر تک کچھ بھی تبدیلی نہیں پائی جاتی۔ اس کے بعد انحراف بڑھنے لگتا ہے کسی منشور کے لئے سب سے چھوٹا جو انحراف ناپا جاسکتا ہے اس کو

اقل انحراف کہلاتا ہے۔

اقل انحراف کی صورت میں منشور کی وضع ایسی ہوتی ہے کہ شعاع اس کے اندر سے متشاکلاً گزرتی ہے

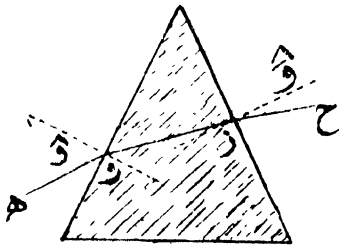
یعنے $\hat{و} = \hat{و'}$ اور $\hat{ط} = \hat{ط'}$ شکل (۹۱)

پس اقل انحراف کی صورت میں مساوات (۳) اور (۲) بالترتیب

$\hat{و} = \frac{۱}{۲}(۲ + ح)$ اور $\hat{ط} = \frac{۱}{۲}(۲)$ کی شکل میں بدل جاتی ہیں۔ اور چونکہ $ھ = \frac{جب\ \hat{و}}{جب\ \hat{ط}}$ لہذا

$$\text{ه} = \frac{\text{جب}\,\frac{1}{2}\,(\text{ا}+\text{ح})}{\text{جب}\,\frac{1}{2}\,(\text{ا})} \quad \ldots\ldots\ldots\ (۴)$$

اس مساوات کے ذریعہ انعطاف نما دریافت کرنے کا ایک بہترین طریقہ ہاتھ آتا ہے اس لئے کہ زاویۂ منشور اور اقل زاویہ انحراف دونوں نہایت صحت کے ساتھ، طیف پیما کے ذریعہ، ناپے جاسکتے ہیں جیسا کہ ہم آگے چلکر بتائینگے۔

مناظر کے عام اصول انقلاب شعاع پر غور کرنے سے معلوم ہوگا کہ اقل انحراف کی صورت میں وٓ = دٓ اور طٓ = طٓ شکل (۹۳) میں فرض کردہ شعاع ہ و ذ ح منشور میں سے غیر متماثلاً گزرتی ہے۔ منشور میں داخل ہوتے وقت زاویہ وقوع وٓ ہے۔ اگر شعاع کا راستہ الٹ دیا جائے یعنے شعاع ح ذ و ہ ہو تو منشور میں داخل ہوتے وقت زاویہ وقوع دٓ ہوگا جو وٓ کے مساوی

شکل (۹۳)
منشور سے نور کا انحراف

نہیں ہے تاہم شعاع کا انحراف پہلے انحراف کے مساوی ہے۔ یعنے انحراف وہی ہے جو پہلے تھا لیکن وقوع کے زاویئے علٰحدہ ہیں۔ ہم نے تجربہ کرکے قبل ازیں معلوم کرلیا ہے کہ اقل انحراف کی صورت میں منشور کی وضع ایک ہوتی ہے دو نہیں۔ پس شعاع کی راہ جب ایسی ہوتی ہے کہ زاویہ وٓ زاویہ دٓ کے نامساوی ہوتا

ہے منشور کی وضع اقل انحراف کی وضع نہیں ہوتی۔ زاویہ انحراف اسی صورت میں اقل ہوتا ہے جبکہ منشور میں شعاع اس طرح گزرتی ہے کہ ق اور قَ مساوی ہوتے ہیں یعنے شعاع متشاکلاً گزرتی ہے۔

تجربہ (۳۱) اقل انحراف ۔ منشور اور ۲ الپین (ھ) اور (د) کو شکل (۲۹) کی وضع میں رکھو۔ اور منشور کو آہستہ آہستہ بتدریج ایک انتصابی محور پر ایسی سمت میں گھماؤ کہ الپنوں کے خیال (ھَ) اور (دَ) الپنوں سے قریب ہوتے جائیں۔ جب وہ جتنا قریب ہونا ممکن ہو قریب ہوجائیں تو شعاع کا انحراف اقل ہوگا۔ (ذ) اور (ح) پر دو اور الپین (ھَ) اور (دَ) کی سیدھ میں کھڑا کردو۔ پھر منشور کے گرد باریک قلم سے نشان کرو اور مثل سابق، شعاع کا پورا راستہ خط کھینچکر بتاؤ۔ زاویہ انحراف خ̂ (جو خطوط ھ‌قَ اور ذح کا زاویہ میلان ہے) ناپ لو اور نیز زاویہ منشور (۲)۔ مساوات (۴) کے ذریعہ انعطافنما (ھ) شمار کرو۔

منشور کے انتہائی زاوئیے ۔ منشور جب بہت پتلا ہوتا ہے یعنے اس کا انعطافی زاویہ (۲) چھوٹا ہوتا ہے، تو زاویہ انحراف خ̂ بھی چھوٹا ہوتا ہے۔ اسی طرح زاوئیے ق̂ اور ط̂ بھی چھوٹے ہوتے ہیں۔

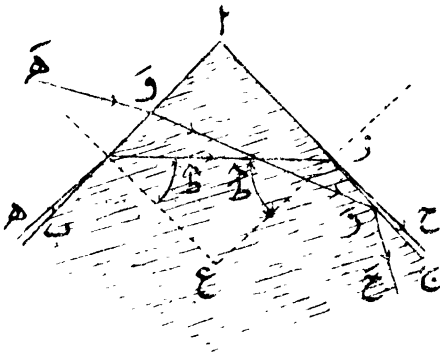
پس اقل انحراف کی وضع میں،

$$ھ = \frac{\hat{ق}}{\hat{ط}} = \frac{\frac{1}{2}(خ + ۲)}{\frac{1}{2}(۲)}$$

اور $\hat{خ} + \hat{۲} = ھ\hat{۲}$ یا $\hat{خ} = (ھ - ۱)\hat{۲}$

اور یہ تو بدیہی بات ہے کہ جب ۲ = صفر تو خ̂ بھی صفر ہوجاتا ہے۔

یعنے منشور متوازی پہلوؤں کی تختی سے بدل جاتا ہے جس کے متعلق ہم نے قبل ازیں صفحہ (۸۸) پر ثابت کیا ہے کہ جب شعاع خارج ہوتی ہے تو اس کا انحراف کچھ نہیں ہوتا۔

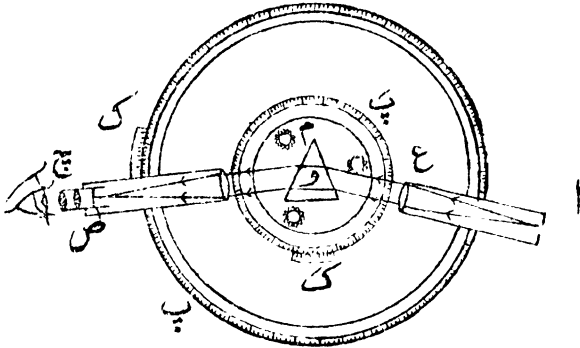
اس کے برعکس، ہر ایک مادّے کے منشور کے لیئے ایک خاص انعطافی زاویہ ہوتا ہے، جس میں اگر ذرا بھی اضافہ کیا جائے تو منشور میں سے کسی بھی شعاع کا گزر ممکن نہیں ہوتا۔ فرض کرو شکل (۹۴) میں ایک شعاع ھ د منشور پر تقریباً ۹۰° زاویہ سے واقع ہے۔ اگر منشور کا انعطافی زاویہ (۲) ایسا ہے کہ زاویہ د ذ ع اس کے مادّے کے لیئے زاویہ فاصل ہے تو شعاع منشور کے پہلو ا ذ کو قریب قریب چھوتی ہوئی ذ ح کی راہ خارج ہوگی۔ اگر منشور کا انعطافی زاویہ اس سے ذرا بھی بڑا ہو تو زاویہ د ذ ع زاویہ فاصل سے بڑھ جائیگا اور شعاع منشور کے

شکل (۹۴)

منشور کا انتہائی زاویہ

اندر کلّی منعکس ہوگی۔ کوئی دوسری شعاع مثلاً ھ د ذ ح، (ذ) پر منشور کے اندر کلّی منعکس ہوجاتی ہے۔ منشور کے اِس انتہائی انعطافی زاویہ کے لیئے، ظاہر ہے کہ، ھ د ذ ح شعاع کے اقل انحراف کی وضع ہے۔ پس $ط = \frac{2}{2}$ (ملاحظہ ہو صفحہ ۱۸۱) اور جیب ط $= \frac{1}{م}$

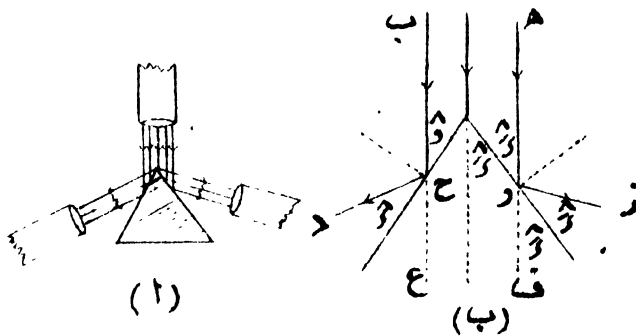
چنانچہ اگر منشور ایسے شیشہ کا بنا ہو جس کا انعطاف نما م = ۱٫۵ تو ط کی قیمت ۴۱° ۵۰′ (یعنے ۴۱ درجہ ۵۰ دقیقہ) برآمد ہوتی ہے اس لیئے

منشور کا انعطافی زاویہ (۲) = ۸۳° ۴۰´ ۔ اس سے بڑے زاویئے کے منشور میں سے کسی شعاع کا مرور ممکن نہیں ۔

طیف پیما۔ انعطاف نما کی تعیین کے لئے منشور کا انعطافی زاویہ اور اقل زاویہ انحراف بہت صحت کے ساتھ ناپے جانے چاہئیں ۔ اس غرض سے ایک خاص آلہ جو **طیف نما** کہلاتا ہے اختراع ہوا ہے ۔ شکل (۹۵) میں اس کی صراحت ہوئی ہے ۔ منشور کو ایک میز (م) پر رکھتے ہیں، جو تین پیچوں کے ذریعہ افقی وضع میں ترتیب دیا جاسکتا ہے ۔ اور نیز آلہ کے محور (و) کے گرد گھمایا جاسکتا ہے ۔ دائری پیمانہ (پ) اور کسر پیما (ک) کے ذریعہ

شکل (۹۵)
طیف پیما کا خاکہ

جو میز کے ساتھ نصب کیا ہوا ہوتا ہے، اس کی وضع معلوم کر لی جاتی ہے ۔ جھری (۲) مناسب مبداء نور سے روشن کی جاتی ہے (عموماً سوڈیم کی مشعل استعمال کی جاتی ہے) ۔ اور ایک عدسہ (ع) کے اصلی ماسکہ پر واقع ہوتی ہے، تاکہ شعاعیں اس سے متوازی پینسل کی شکل میں نکلیں ۔ بیرونی روشنی کی مداخلت سے محفوظ رکھنے

کے لئے (۲) اور (ع) کو ایک پیتل کی نلی میں جما دیتے ہیں جو کولیمیٹر یا توازی گر کے نام سے مشہور ہے۔ جب یہ متوازی پنسل منشور سے ٹکراتی ہے تو اُس کی سمت میں انحراف پیدا ہوکر دُوربین ع چ کے دہانہ (ع) میں داخل ہوتی ہے اور صلیبی تاروں (ص) پر ماسکہ پر لائی جاتی ہے۔ یہ تار دُوربین کے چشمہ (چ) کی مناسبت سے جمائے جاتے ہیں تاکہ معائنہ کرنے والا چہری کے خیال کو ان کے مستوی میں دیکھ سکے۔ دوربین افقی وضع میں طیف بیما کے محور (و) کے گرد گھوم سکتی ہے۔ اس کا مقام پیمانہ (پ) پر کسر پیما (ک) کے ذریعہ معلوم کرلیا جاسکتا ہے۔

تجربہ (۳۲) طیف بیما کے ذریعہ منشور کے انعطافی زاویہ کی تعیین۔ دور بین کے چشمہ کو ذرا حسبِ ضرورت آگے یا پیچھے کھینچکر تاروں کو ماسکہ پر لاؤ۔ پھر دوربین کو کسی کافی دُور کی چیز کو دیکھ کر، ماسکہ پر لاؤ اور اس کو پھیر کر توازی گر کے مقابل رکھو۔

شکل (۹۶)
منشور کے زاویہ کی تعیین

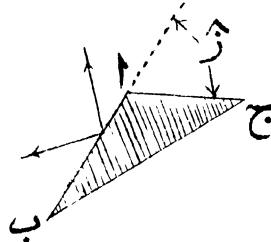
توازی گر کی جھری بسنی مشعل سے منوّر کی جانی چاہئے، جس کے شعلہ میں تھوڑا سا نمک (لوہے کے تار کی جالی یا اسبسطوس کی تختی رکھکر) پکڑا جائے، تاکہ نور ایک ہی طولِ موج کا ہو۔ بشرطِ ضرورت جھری کو توازی گر کی نلی میں آگے یا پیچھے ہٹاؤ تاکہ چشمہ میں اس کا جو خیال بنتا ہے ماسکہ پر آجائے۔ تب توازی گر اور دوربین دونوں متوازی شعاعوں کے لئے ٹھیک ترتیب پائے ہونگے۔ واضح ہو کہ اس سے بھی ایک بہتر طریقہ (دوربین اور توازی گر کو ماسکہ پر لانے کا) رائج ہے، لیکن اس کے لئے زیادہ معلومات کی ضرورت ہے۔

منشور کو طیف پیما کی میز پر ایسی وضع میں رکھو کہ توازی گر سے جو متوازی شعاعوں کی پنسل نکلتی ہے منشور کے پیمائش طلب زاویہ سے ٹکرائے۔ کچھ حصہ اس کا سیدھے پہلو سے منعکس ہوگا اور کچھ بائیں پہلو سے۔ دوربین کو پھیر کر، ان دونوں حصوں کے انعکاس سے جھری کے جو خیال پیدا ہوتے ہیں ان کو بالترتیب صلیبی تاروں پر لے لیتے ہیں۔ ملاحظہ ہو شکل ۹۶ (۲)۔ اور کسر پیما کے نشان پڑھ لئے جاتے ہیں جس سے دوربین کی ان دونوں وضعوں کا درمیانی زاویہ معلوم کر لیا جاتا ہے۔ یہ زاویہ منشور کے انعطافی زاویہ کا دو چند ہے۔ شکل ۹۶ (ما) کے معائنہ سے زاویوں کا تعلق سمجھ میں آئیگا۔ زاویہ ∠ دجع = ۲ ذ اور ∠ دوف = ۲ ذ لیکن ذ + ذ = زاویہ منشور۔ اور $\overline{جع}$ متوازی ہے وف کے۔ پس دج اور وذ کا زاویہ میلان زاویۂ منشور کا دوگنا ہے۔

منشور کا زاویہ ناپنے کا ایک اور طریقہ بھی ہے جو بڑے زاویئے کی صورت میں متذکرۂ بالا طریقہ سے زیادہ مفید ہے۔ ملاحظہ ہو شکل (۹۷) منشور کے پہلو $\overline{اب}$ سے پنسل کا انعکاس ہوکر جو خیال پیدا ہوتا ہے اس کو پیشتر کی طرح دوربین سے دیکھ لیتے ہیں۔ پھر دوربین

کو مناسب پیچ کے ذریعہ قائم کر دیتے ہیں اور طیف پیما کی میز (جس پر منشور رکھا ہوا ہوتا ہے) کو پھیر کر منشور کے دوسرے پہلو اج کو پہلو اب کی سابقہ وضع کے متوازی وضع میں لاتے ہیں۔

شکل (۹۷)

اب اس پہلو سے پنسل کا انعکاس ہوکر جھری کا خیال دکھائی دیگا۔ زاویہ زؔ جو منشور کے گھومنے کا زاویہ ہے منشور کے زاویہ (اؔ) کا تکمیلی ہے۔

منشور کے زاویہ کی پیمائش جبکہ زاویہ بڑا ہو

پس اؔ = ۱۸۰° - زؔ

یہ طریقہ قلموں کا زاویہ ناپنے کے آلہ (زاویہ پیما) کے اصول پر مبنی ہے۔ چونکہ اغراض جداگانہ ہیں اس لئے زاویہ پیما کی شکل و وضع وغیرہ طیف پیما سے مختلف ہیں، لیکن اس کا اصول بھی وہی ہے جو ابھی بیان ہوا ہے۔ بطور مشق طالب علم کو چاہئے دونوں طریقوں سے منشور کے تینوں زاوئے ناپ کر ثابت کرے کہ ان کا مجموعہ ۱۸۰° ہے۔

تجربہ (۳۳)۔ اقل انحراف کی تعیین

طیف پیما کو تجربہ (۳۲) کی طرح ترتیب دو اور اس میں سے نور کی پنسل منعطف کر کے دوربین میں سے جھری کے خیال پر نگاہ رکھو۔ آہستہ آہستہ منشور کی میز کو پھیرتے جاؤ حتیٰ کہ انحراف اقل ہو جائے۔

پھر دوربین کی وضع ٹھیک کرکے جہری کے خیال کو اُس کے صلیبی تاروں پر لیلو۔ اور کسر پیما کے نشان پڑھ لو۔ بعد ازاں منشور کو میز پر سے اٹھا لو اور دوربین کو توازی گر کی سیدھ میں رکھ کر کسر پیما کے نشان دوبارہ دیکھ لو۔ ان دونوں کا تفاوت اقلّ زاویہ انحراف ہے۔ قبل ازیں منشور کا زاویہ ناپ لیا گیا ہے، پس صفحہ (۱۸۲) کی مساوات (۴)

$$م = \frac{جب \frac{1}{2} (ا + ح)}{جب \frac{1}{2} ا}$$

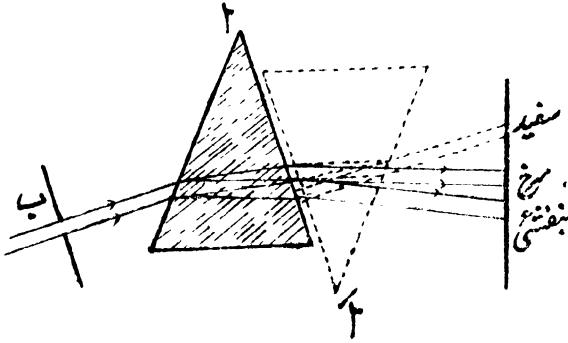
کے ذریعہ منشور کا انعطاف نما (م) شمار کرو۔

تجربہ (۳۴) کسی مائع کے انعطاف نما کی تعین

۔ پتلے پہلوؤں کے کھوکھلے منشور میں مائع کو ڈال کر تجربہ ۳۲ کے طریقہ سے اس کا انعطافی زاویہ ناپ لیا جائے اور پھر تجربہ ۳۲ سے اقلّ انحراف کا زاویہ۔ بعد ازاں متذکرہ بالا مساوات کے ذریعہ انعطاف نما (م) شمار کیا جائے۔ مائع کو نکال کر اس کا بھی اطمینان کرلیا جائے کہ آیا اس کھوکھلے منشور کے پہلو خود (صحیح متوازی سطحیں نہ ہونے کی وجہ سے) نور کے انحراف کا باعث تو نہیں ہوتے ہیں۔

انتشار نور۔ معمولی سفید نور کی تنگ پنسل جب منشور میں سے گزرتی ہے تو نہ صرف منحرف ہوتی ہے بلکہ مختلف رنگوں پر مشتمل نظر آتی ہے۔

شکل (۹۸) میں منشور (۲) کے اس عمل کی توضیح ہوئی ہے پردہ (ب) میں ایک تنگ سوراخ بنایا گیا ہے تاکہ منشور سے آفتاب یا برقی قوس کے نور کی ایک پنسل ٹکرائے۔ ایک دوسرا پردہ (ج) جب منشور کے دوسرے جانب رکھا جاتا ہے تو

اس پر پنسل، منشور میں سے خارج ہوکر اپنے ابتدائی راستے سے
ہٹی ہوئی اور نیز مختلف رنگوں پر مشتمل اور پھیلی ہوئی نظر آتی

شکل (۹۸)
منشور سے نور کا انتشار

ہے۔ پنسل کا سرخ حصہ (س) سب سے کم منحرف ہوتا ہے،
اس کے بعد بالترتیب نارنجی، زرد، سبز، آسمانی، نیلگوں اور سب
سے زیادہ منحرف، بنفشئی حصے ہوتے ہیں۔ اِس رنگین خارج پنسل
کو طیف کہتے ہیں۔ اور اُس عمل کو جس سے نور اس طرح پھٹ
جاتا ہے انتشار نور کہتے ہیں۔

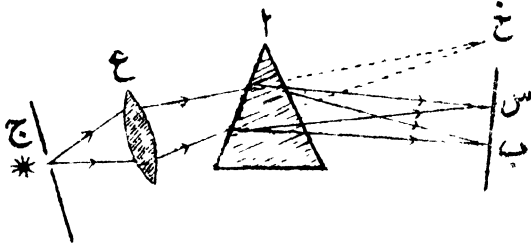
کسی ذریعہ سے بھی اگر ان مختلف رنگوں کی پنسلیں جو سفید
نور کے انتشار سے پیدا ہوتی ہیں، ایک جگہ جمع کردی جائیں تو انکے
اجتماع سے پھر سفید نور پیدا ہوجائیگا۔ مثلاً جب ایک دوسرا منشور
(۲) پہلے منشور کے مساوی انعطافی زاویئہ کا اُس کے قاعدہ سے راس
لگاکر، رکھا جاتا ہے تو پردہ پر ایک سفید نشان دکھائی دیتا ہے، جیسا
کہ شکل (۹۸) میں نقطہ دار خطوط کے ذریعہ سمجھایا گیا ہے۔ اِس سے
یہ رائے قائم کیجاسکتی ہے کہ سفید نور نامتناہی تعداد کے مختلف
رنگوں کا آمیزہ ہے، جن کے انعطاف نما مختلف ہیں اور اِسی وجہ
سے منشور میں سے گزرتے ہوے منتشر ہوجاتے ہیں۔ مثلاً شیشہ میں

سُرخ نور کا انعطاف نما سب رنگوں کے انعطاف نما سے کم ہے اور بنفشئی کا سب سے زیادہ۔ اِس لیئے جب سفید نور منشور سے ٹکراتا ہے تو سُرخ نور سب سے کم منعطف ہوتا ہے اور بنفشئی سب سے زیادہ۔ ان انتہائی رنگوں کے بیچ میں دوسرے بیشمار رنگ ہیں جن کے انعطاف نما بتدریج بڑھتے ہیں۔ آنکھ کا احساس محدود ہونے سے صرف چند ہی رنگ ”دکھائی دیتے ہیں“۔

اگر پردہ (ج) میں ایک تنگ جھری بناکر طیف کے رنگوں میں سے کسی ایک رنگ کا نور جھری میں سے ہوکر ایک دوسرے منشور میں سے گزرنے دیا جائے تو کوئی مزید انتشار نہ پایا جائیگا۔ یعنے صرف وہی رنگ نظر آئیگا جو جھری سے باہر نکلا البتہ بہ نسبت پہلے کے کسیقدر پھیلا ہوا ہوگا۔

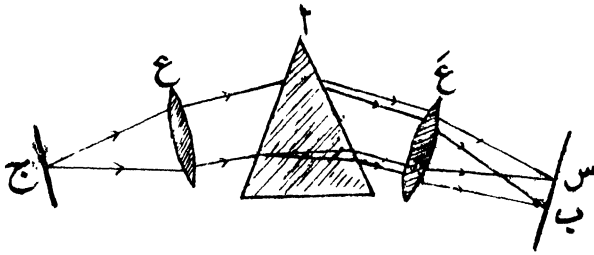
خالص طیف۔ شکل (۹۸) میں آلات کی جو ترتیب بتائی گئی ہے اس میں کئی سقم ہیں۔ مختلف رنگ کی پتلیاں پردہ (ج) پر پردہ (ب) کے سوراخ کی مناسبت سے رنگین قطعوں کا ایک سلسلہ ترتیب دیتی ہیں۔ لیکن ان قطعات کی وسعت معتدبہ ہونے کی وجہ سے وہ ایک دوسرے پر کسیقدر متراکب ہوتے ہیں۔ یعنے ایک رنگ کے قطعہ کے بازو دوسرے رنگ کا قطعہ نہیں ہوتا ہے بلکہ اُس کا کچھ حصّہ دوسرے کو چھپا دیتا ہے۔ اِس لئے طیف خالص نہیں بننے پاتا۔ شکل (۹۹) کی طرح آلات کو ترتیب دینے سے یہ سقم ایک حد تک رفع ہوجاتا ہے۔

یہاں ایک تیز مبداء جھری (ج) کو نور پہنچاتا ہے، اور ایک عدسہ (ع) ایسا واقع ہے کہ اگر منشور حائل نہ ہو تو جھری کا حقیقی خیال (خ) پردہ پر تیار ہوتا ہے۔ اب منشور کو (ع) کے پاس رکھنے سے جھری کے مختلف رنگ کے متعدد خیال پردہ پر (س) سے لیکر (ب) تک، پیدا ہوتے ہیں، اس لئے کہ مختلف رنگوں کی

پنسلوں کے انعطاف نما جداگانہ ہیں۔ جب رنگین خیال متراکب نہیں ہوتے ہیں تو طیف خالص کہلاتا ہے۔ بوجہ اس کے کہ طیف کے رنگوں

شکل (۹۹)
جھری کے رنگین خیال کی پیدائش کی ترکیب

کی تعداد فی الحقیقت بیشمار ہے اور ان کے انعطاف نما انتہا درجہ قلیل تفاوت سے بدلتے ہیں، خالص طیف ایک خیالی منصوبہ ہے جو عملی طور پر تیار نہیں ہوسکتا۔ تاہم اگر مناظری ترتیب ٹھیک ہو تو تقریباً خالص طیف کی تیاری ممکن ہے۔

شکل (۹۹) کے آلات کی ترتیب میں یہ نقص ہے کہ عدسہ کے مختلف حصوں سے جو شعاعیں آتی ہیں منشور پر ان کے وقوع کے زاویے مختلف ہوتے ہیں اور اس لئے ان شعاعوں کے انحراف میں فرق پیدا ہوکر وہ ماسکہ پر ٹھیک نہیں آسکتیں۔ اگر شکل (۱۰۰) کی طرح آلات ترتیب دئے جائیں تو یہ نقص رفع ہوجاتا ہے۔ یہاں جھری (ج) عدسہ (ع) کے اصلی ماسکہ پر ہے۔ اسلئے منشور (۲) سے متوازی شعاعیں ٹکراتی ہیں۔ ہر ایک رنگین پنسل کی شعاعیں متوازی ہیں۔ لہذا عدسہ (ع) کے ذریعہ وہ سب کی سب پردہ س ب پر ماسکہ پر آجاتی ہیں۔ اگر جھری کافی تنگ ہو تو طیف اچھا بن سکتا ہے۔ واضح ہو کہ یہ ترتیب بعینہ طیف پیما کی ترتیب ہے جو شکل (۹۵) میں بتائی گئی ہے۔ صرف فرق

یہی ہے کہ جھری کے خیال بجائے چشمہ (چ) کے توسط سے دکھائی دینے کے پردہ پر تیار کرلئے جاتے ہیں۔ کسی خاص رنگ کی شعاع کے لحاظ سے منشور کو اقل انحراف کی وضع میں پھیر کر اُس شعاع کا انعطاف نما معلوم کرلیا جاسکتا ہے۔ اسی لئے تجربہ (۳۳) میں سوڈیم کا شعلہ استعمال کیا گیا تھا۔ معمولی طاقت کے طیف پیماؤں میں سوڈیم کے

شکل (۱۰۰)
خالص طیف تیار کرنے کی ترکیب

شعلہ کی روشنی کا طیف صرف ایک زرد رنگ کا خط نظر آتا ہے۔ اسلئے بالعموم اس کو بطور متجانس رنگ کے مبداء کے استعمال کرتے ہیں۔

تجربہ (۳۵) مختلف رنگوں کے انعطاف نما

انعطاف نما۔ ایک روشن تار کے برقی چراغ کو بطور سفید نور کے مبداء کے استعمال کرکے طیف پیما کے منشور کا انعطاف نما طیف کے سرخ حصہ کے انتہائی کنارہ، اور پھر اُس کے بنفشئی حصہ کے انتہائی کنارہ، کے لئے دریافت کرو۔ چونکہ طیف کے دونوں کناروں پر روشنی بتدریج مدہم ہوتی ہے مختلف اشخاص کے تجربوں سے مختلف قیمتیں اخذ ہونگی تاہم رنگ کے لحاظ سے ایک ہی منشور کے انعطاف نما

کا تغیر بتانے کے لئے یہ کافی مشق ہے۔

انتشاری طاقت۔ صحیح پیمائش کے لئے طیف کا ایک خاص سُرخ حصّہ اور ایک خاص آسمانی رنگ کا حصّہ منتخب کیا جاتا ہے اور ان کے انعطاف نماؤں کو بالترتیب (ھرس) اور (ھر۲) قرار دیتے ہیں۔ نویں باب میں رنگوں کے انتخاب پر بحث کی جائیگی۔

صفحہ (۱۸۳) پر پتلے منشور کا انحراف (ح) زاویۂ منشور (۲) کی رقموں میں مساوات ح = (ھر-۱) ۲ کے ذریعہ بتایا گیا تھا۔

پس آسمانی رنگ کی شعاع کا انحراف ح۱ = (ھر۱-۱)۲ اور سُرخ رنگ کی شعاع کا انحراف حس = (ھرس-۱)۲۔ لہذا

ح۱ - حس = (ھر۲ - ھرس)۲ ؛ (ح۱ - حس) خاص خاص آسمانی اور سرخ رنگ کی شعاعوں کا زاویۂ میلان ہے جب وہ منشور سے خارج ہوتی ہیں۔ اس لئے اس سے اُن کے انتشار کی پیمائش ہوتی ہے۔ اگر اوسط انعطاف نما $\frac{1}{2}$ (ھر۱ - ھرس) کو (ھر) قرار دیا جائے تو اس اوسط شعاع کا انحراف

ح = (ھر-۱)۲

چونکہ (ح۱-حس) = $\frac{\text{ھر۱ - ھرس}}{\text{ھر-۱}}$ (ھر-۱)۲

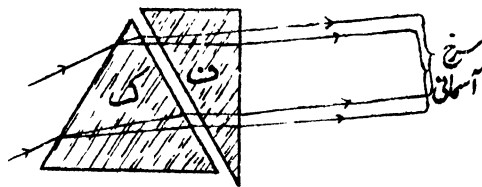
اس لئے = $\frac{\text{ھر۱ - ھرس}}{\text{ھر-۱}}$ ح

$\frac{\text{ھر۱ - ھرس}}{\text{ھر-۱}}$ منشور کے مادّے کی انتشاری طاقت

ہے جو بطور اختصار (ﮈ) لکھی جاتی ہے۔

$$\text{پس} \quad (ح_۲ - ح_س) = ﮈ ح$$

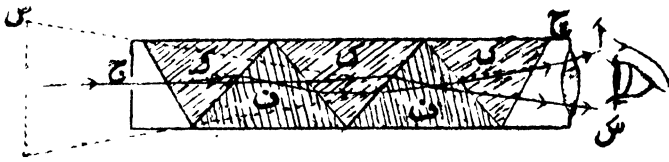
ظاہر ہے کہ یہ مساوات پتلے منشوروں ہی سے متعلق ہے۔

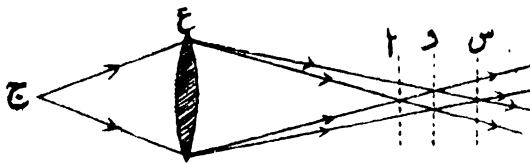
لونی ضلالت سے پاک منشور۔ ایسا منشور بنایا جا سکتا ہے جس سے نور منحرف ہو مگر منتشر نہ ہو۔ دو مختلف قسم کے شیشے چاہیئے۔ اگر شکل (۱۰۱) میں منشور (ک) کراون شیشہ کا اور ۶۰° زاویہ رکھتا ہوا اور منشور (ف) فلنٹ شیشہ کا اور ۲۹° ۱۷َ زاویہ رکھتا ہو تو دونوں سے نور کا انتشار مساوی ہوگا، اسلئے کہ فلنٹ شیشہ کی انتشاری طاقت کراون شیشہ کی طاقت کے بہ نسبت بہت زیادہ ہے۔ پس ان منشوروں کو جب ایسی وضع میں رکھتے ہیں کہ ان سے انتشار مخالف سمتوں میں پیدا ہوتے ہیں تو مجموعی انتشار صفر ہوتا ہے اور تمام قسم کی شعاعیں ان سے نکل کر ایک دوسرے کے متوازی ہو جاتی ہیں۔ لیکن فلنٹ شیشہ کا انعطاف نما کراون شیشہ کے انعطاف نما سے ذرا ہی بڑھ کر ہے اسلئے موخرالذکر شیشہ کے

شکل (۱۰۱)
لونی ضلالت سے پاک منشوروں کا مجموعہ

منشور سے جو انحراف پیدا ہوتا ہے دوسرا منشور اس کو پورا تلف نہیں کر سکتا۔ لہٰذا یہ مجموعہ صرف انحراف پیدا کر سکتا ہے انتشار نہیں۔

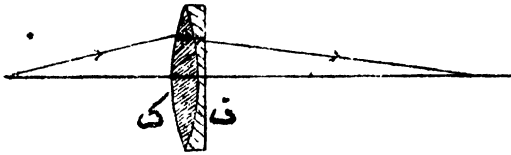
خارج پنسل کا صرف حاشیہ رنگین ہوگا (باقی سب حصے سفید ہونگے) اسلئے کہ سُرخ اور آسمانی رنگ کی پنسلیں ٹھیک ساوی مقدار میں منتقل نہیں ہوتی ہیں۔

راست رَویت کا طیف نما۔ اگر شکل (۱۰۱) میں فلنٹ شیشہ کے منشور کا زاویہ اتنا بڑھا دیا جائے کہ اُس سے نور کا انحراف کراون شیشہ کے مساوی ہو تو واضح ہے کہ اَب اس کا انتشار پہلے کی بہ نسبت بڑھ جائیگا۔ پس خارج پنسل میں نور منتشر ہوگا لیکن پنسل کا اوسط راستہ واقع پنسل کے متوازی ہوگا۔ ایسے مجموعے سے نور منتشر ہوتا ہے منحرف نہیں ہوتا۔

اس اصول پر **رویئت راست کے** (یا **جیبی**) **طیف نما** بنائے جاتے ہیں۔ شکل (۱۰۲) میں ایک ایسا طیف نما بتایا گیا ہے۔ فلزی نلی میں کراون شیشہ کے منشور (ک) کے بازو فلنٹ شیشہ کا منشور (ف) مناسب وضع میں سلسلہ وار ترتیب دیا جاتا ہے۔ نلی کے ایک سرے پر جھری (ج) ہے اور دوسرے سرے پر چشمہ (چ)۔ جھری میں سے نور داخل ہوکر منشوروں کے سلسلہ میں سے بلا انحراف خارج ہوتا ہے، جب چشمہ میں سے گزرتا ہے تو جھری کا مجازی خیال پیدا ہوتا ہے۔ اگر نور سفید ہو تو آنکھ کو جھری کے مختلف رنگوں کے خیال، طیف س ۲ کی شکل میں نظر آئینگے۔

شکل (۱۰۲)
رویت راست کا طیف نما

لونی انتشار۔ اوپر جو کچھ بیان ہوا ہے اُس سے ظاہر ہے کہ معمولی عدسوں کے خیال لونی ضلالت سے پاک نہیں ہوسکتے۔ شکل (۱۰۳) میں اگر جھری (ج) سے سفید نور نکل کر عدسہ (ع) سے گزرے تو آسمانی رنگ کی شعاعیں (۲) کے پاس ماسکہ پر آئینگی اور سُرخ رنگ کی شعاعیں (س) کے پاس، کیونکہ شیشہ کا انعطاف نما آسمانی رنگ کے لئے بہ نسبت سرخ رنگ کے زیادہ ہے۔ دوسرے رنگوں

شکل (۱۰۳)
عدسہ سے نور کا انتشار

کے ماسکے ان دو نقطوں کے درمیان واقع ہونگے۔ پس اگر (۲) کے پاس ایک پردہ پکڑا جائے تو خیال کا حاشیہ سرخ دکھائی دیگا اور اگر (س) کے پاس پکڑا جائے تو حاشیہ آسمانی رنگ کا ہوگا۔ (د) ایک ایسا مقام ہے جہاں خیال بہ نسبت اور جگہوں کے کم رنگین ہے، لیکن واضح ہے کہ کوئی ایسا نقطہ نہیں پایا جا سکتا جو

سب رنگوں کی شعاعوں کا ماسکہ ہو۔ پس مناظری آلات میں جب سفید نور منعطف ہوتا ہے تو اکیلے عدسے، رنگ سے پاک اور واضح خیال نہیں بنا سکتے۔ اِس لئے کہ صفر انتشاری طاقت کا کوئی مادہ اب تک دریافت نہیں ہوا ہے۔

شکل (۱۰۴)
دو عدسوں کا رنگ سے پاک مجموعہ

لونی ضلالت سے پاک عدسہ۔ لونی ضلالت کی تصیح کے لئے صفحہ (۱۹۵) پر منشوروں کے متعلق جو طریقہ سمجھایا گیا تھا اس کے مشابہ طریقہ عدسوں کے لئے مستعمل ہوسکتا ہے۔ کراون شیشہ کے ایک مدقق عدسہ (ک) کو فلنٹ شیشہ کے ایک موسع عدسہ (ف) کے ساتھ ملاکر ایسا مجموعہ بنا سکتے ہیں جو بحیثیت کلّی مدقق ہو مگر ایک کا انتشارِ نور دوسرے سے تلف ہو جائے۔

مساوات $\frac{1}{م} = (ھ - 1)\left(\frac{1}{ص_1} - \frac{1}{ص_2}\right)$

پر غور کرو، جو انعطاف نما (ھ) کی مختلف قیمتوں پر حاوی ہے۔ فرض کرو $م_1$، $م_س$ بالترتیب آسمانی رنگ اور سرخ رنگ کی شعاعوں کے لئے عدسہ کے ماسکی طول ہیں اور $ھ_1$، $ھ_س$ ان

رنگوں کے انعطاف نما ـ م اور ھر ان کی اوسط قیمتیں ہیں ـ تو

$$\frac{1}{\text{م}_{\text{۲}}} = (\text{ھر}_{\text{۲}} - 1)\left(\frac{1}{\text{ص}_{\text{۱}}} - \frac{1}{\text{ص}_{\text{۲}}}\right) \text{ اور } \frac{1}{\text{م}_{\text{س}}} = (\text{ھر}_{\text{س}} - 1)\left(\frac{1}{\text{ص}_{\text{۱}}} - \frac{1}{\text{ص}_{\text{۲}}}\right)$$

$$\therefore \frac{1}{\text{م}_{\text{۲}}} - \frac{1}{\text{م}_{\text{س}}} = (\text{ھر}_{\text{۲}} - \text{ھر}_{\text{س}})\left(\frac{1}{\text{ص}_{\text{۱}}} - \frac{1}{\text{ص}_{\text{۲}}}\right)$$

$$= \frac{(\text{ھر}_{\text{۲}} - \text{ھر}_{\text{س}})(\text{ھر} - 1)\left(\frac{1}{\text{ص}_{\text{۱}}} - \frac{1}{\text{ص}_{\text{۲}}}\right)}{\text{ھر} - 1}$$

$$= \frac{\text{س}}{\text{م}}$$

اسلئے کہ از روے صفحہ (۱۹۵) $\text{س} = \frac{\text{ھر}_{\text{۲}} - \text{ھر}_{\text{س}}}{\text{ھر} - 1}$

چونکہ دو پتلے اور باہمدیگر متصل عدسوں کا ماسکی طول م مساوات

$\frac{1}{\text{م}} = \frac{1}{\text{م}_{\text{۱}}} + \frac{1}{\text{م}_{\text{۲}}}$ سے دریافت ہوتا ہے (ملاحظہ ہو صفحہ ۱۳۲)

اور ایک عدسہ کے لئے

$$\frac{1}{\text{م}_{\text{۱۲}}} - \frac{1}{\text{م}_{\text{۱س}}} = \frac{\text{س}_{\text{۱}}}{\text{م}_{\text{۱}}}$$

اور دوسرے کے لئے

$$\frac{1}{\text{م}_{\text{۲۲}}} - \frac{1}{\text{م}_{\text{۲س}}} = \frac{\text{س}_{\text{۲}}}{\text{م}_{\text{۲}}}$$

$$\therefore \frac{1}{\text{م}_{\text{۱۲}}} + \frac{1}{\text{م}_{\text{۲۲}}} - \frac{1}{\text{م}_{\text{۱س}}} - \frac{1}{\text{م}_{\text{۲س}}} = \frac{\text{س}_{\text{۱}}}{\text{م}_{\text{۱}}} + \frac{\text{س}_{\text{۲}}}{\text{م}_{\text{۲}}}$$

$$\text{یا } \frac{1}{\text{م}_{\text{۲}}} - \frac{1}{\text{م}_{\text{س}}} = \frac{\text{س}_{\text{۱}}}{\text{م}_{\text{۱}}} + \frac{\text{س}_{\text{۲}}}{\text{م}_{\text{۲}}}$$

اب اگر ان دو عدسوں کا مجموعہ مختلف رنگ کی تمام شعاعوں کو
ایک ہی ماسکہ پر لاتا ہے تو سب شعاعوں کا طولِ موج ایک ہی
ہونا چاہئے، یعنے م‌َ۱ = م‌َس

$$\therefore \quad \frac{ل_۱}{م_۱} + \frac{ل_۲}{م_۲} = ۰$$

$$یا \quad \frac{م_۱}{م_۲} = - \frac{ل_۱}{ل_۲}$$

منفی علامت سے ظاہر ہے کہ ایک عدسہ مدقق اور دوسرا
موسع ہونا چاہئے۔ معہذا ان عدسوں کے ماسکی طول اُن کے مادّوں
کی انتشاری طاقتوں کے ساتھ راست نسبت رکھنے چاہئیں۔ کراؤن
اور فلنٹ شیشوں کی انتشاری طاقتوں کو اگر ۰٫۰۲۱ اور ۰٫۰۴۵ مانیں
تو معلوم ہوگا کہ موسع عدسہ (ف) کا ماسکی طول مدقق عدسہ (ک)
کے ماسکی طول کا $\frac{۰٫۰۴۵}{۰٫۰۲۱} = ۲٫۱$ ہونا چاہئے۔

جب عدسے باہمدیگر متصل نہیں ہوتے ہیں تو ایک ہی قسم
کے شیشے سے، رنگ سے پاک مجموعہ ترتیب دیا جاسکتا ہے۔
چنانچہ ہوئیگنس والا چشمہ (شکل ۷۹) اور ریمسڈن والا چشمہ (شکل ۸۲)
دونوں کونی ضلالت سے پاک ہیں۔ لیکن ان کے متعلق یہاں
تفصیل کے ساتھ بحث نہیں کی جاسکتی۔

آٹھویں باب کی مشقیں

(۱) - پردہ پر صاف اور صحیح طیف تیار کرنے کے لئے تم آلات

کو کس طرح ترتیب دوگے؟ سفید نور رنگین نوروں میں تحلیل ہونے کی وجہ کیا ہے؟ [ل - ی -]

(۲) - منشور کا زاویہ ناپنے کا کوئی طریقہ بیان کرو - جو ضابطہ استعمال ہوگا اُس کا ثبوت بھی لکھو -

(۳) - ثابت کرو کہ جب منشور میں شعاع کا انحراف اقل ہوتا ہے تو منشور کے پہلوؤں کے ساتھ وقوع و خروج کے زاویئے مساوی ہوتے ہیں -

(۴) - چھوٹے زاویئے کے منشور میں سے شعاعوں کی پنسل گزرتی ہے تو اُس کا انحراف کیا ہوتا ہے، اس کے لئے ایک جملہ لکھو - اور ایسی صورت میں زاویۂ انتشار کی کیا قیمت ہوتی ہے دریافت کرو -

(۵) - اگر منشور کا زاویہ ایک معیّن مقدار سے بڑھ جائے تو اس میں سے نور کی کوئی شعاع گزر نہیں سکتی - اس انتہائی زاویۂ منشور اور اس کے مادّے کے انعطاف نما میں کیا تعلق ہے؟

(۶) - صحت کے ساتھ کسی مائع کے انعطاف نما کی تعیین کا طریقہ بیان کرو -

(۷) - "انتشاری طاقت" کی تعریف لکھو - ایک منشور کی انتشاری طاقت ۰٫۰۴۲ اور انعطاف نما ۱٫۶ ہے - اس کا زاویہ کیا ہونا چاہئیے اگر اس کو ۵° زاویہ اور ۱٫۵ انعطاف نما کے مادّے کے منشور کے ساتھ ملا کر رنگ سے پاک مجموعہ بنایا جائے؟

(۸) - منشور میں سے جب نور کی شعاع گزرتی ہے تو اُس کے "انحراف" اور "انتشار" کا مفہوم کیا ہے؟
شیشہ کا ایک منشور، جس کا انعطافی زاویہ (۱) بہت

چھوٹا ہے، ایسی وضع میں رکھا جاتا ہے کہ اس کے ایک پہلو پر نور کی شعاع علی القوائم واقع ہوتی ہے۔ اگر شیشہ کا انعطاف نما (م) ہے تو منشور سے خارج ہونے کے بعد شعاع کا انحراف کیا ہوگا دریافت کرو۔ [ل۔ی۔]

(۹)۔ منشور کے اقل انحراف سے کیا مراد ہے؟ زاویۂ اقل انحراف زاویۂ منشور اور انعطاف نما میں جو باہمی تعلق ہے اُس کا ثبوت پیش کرو۔ [ل۔ی۔]

(۱۰)۔ منشور کے انعطافی زاویہ، اس کے انعطاف نما اور نور کی پنسل کے انحراف میں جب وہ منشور میں سے متشاکلاً گزرتی ہے، تعلق ثابت کرو۔ [ل۔ی۔]

(۱۱)۔ ثابت کرو کہ ایک خاص زاویۂ وقوع پر منشور سے شعاع کا انحراف اقل ہوتا ہے۔ منشور کے مادّے کا انعطاف نما دریافت کرنے کے لئے کوئی طریقہ بیان کرو۔

[کلیۂ الہ آباد]

(۱۲)۔ دوربین کے دہانہ کے لئے عدسوں کا مجموعہ استعمال کیا جاتا ہے، اُس کو کونی ضلالت سے پاک کرنے کے کیا شرائط ہیں بیان کرو۔ [کلیۂ کلکتہ]

(۱۳)۔ ۰٫۰۴۵ انتشاری طاقت کے فلنٹ شیشہ کے بنے ہوئے عدسہ کا ماسکی طول کیا ہونا چاہئیے تاکہ ۰٫۰۲۱ انتشاری طاقت اور ۷٫۵ سم ماسکی طول کے مدقق عدسہ کے ساتھ مل کر ضلالت کونی سے پاک مجموعہ تیار ہو سکے؟ اس مجموعہ کا ماسکی طول بھی شمار کیا جائے۔

(۱۴)۔ کونی ضلالت سے پاک ایک دہانہ، ۱۵۰ سم ماسکی طول کا کراون شیشہ (م = ۱٫۵، ل = ۰٫۰۲۱) اور فلنٹ شیشہ (م = ۱٫۶۵، ل = ۰٫۰۴۵) سے بنایا جاتا ہے۔ اگر ان دو قسم

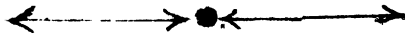
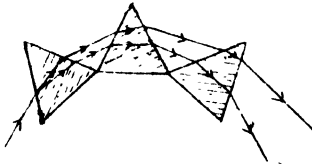
کے شیشوں کے دو باہمدیگر متصل عدسے استعمال ہوں اور فلنٹ شیشہ کے عدسہ کی ایک سطح مستوی ہو تو دوسرے عدسہ کی سطحوں کے انحنا شمار کرو۔

(۱۵)۔ اکیلے عدسہ سے جب مکبّر شیشہ کا کام لیا جاتا ہے تو خیال کے حاشیے اکثر رنگین نظر آتے ہیں۔ اس کی کیا وجہ ہے؟ مناسب مدقق اور متقعر عدسوں کے مجموعہ سے اِس کونی اثر میں کیونکر تخفیف ہو سکتی ہے سمجھاؤ۔ [ل۔ ی۔]

(۱۶)۔ 'انتشار نور' کا مفہوم کیا ہے؟ طیف کے مختلف رنگوں کو ترکیب دیکر مکرّر سفید نور کس طرح بنایا جاسکتا ہے بیان کرو۔ [ل۔ ی۔]

(۱۷)۔ طیف نما کے اہم حصّوں کی کیفیت بیان کرو اور اس کو کن کن کاموں میں استعمال کرتے ہیں کسیقدر تفصیل سے لکھو۔ [ل۔ ی۔]

نواں باب

رنگ

طیف۔ رنگ کی تحقیق کے لئے ایک بڑا اور خوب منور طیف چاہئے شیشہ کے ایک منشور سے نور کا انتشار کافی نہیں ہوتا۔ لہذا شکل (۱۰۵) کی طرح بعض اوقات منشوروں کا ایک سلسلہ استعمال کیا جاتا ہے۔ یا ایسے مادے کا منشور بنایا جاتا ہے جسکی انتشاری طاقت بہت بڑی ہو۔ مثلاً کاربن بائی سلفائیڈ

شکل (۱۰۵)
منشوروں کا سلسلہ

(جو مائع ہونے کی وجہ سے منشوری شکل کی بوتل میں ڈالی جاتی ہے) ھر ایک طیف کے ایک سرے کا رنگ مدہم سرخ ہوتا ہے۔ دوسرے سرے کی طرف بتدریج اس کی تیزی میں ترقی ہوتی جاتی ہے۔ اسکے

بعد نارنجی رنگ، پھر زرد، سبز، سبزی مائل آسمانی، آسمانی اور بالآخر بنفشئی رنگ پر چلکر سلسلہ ختم ہوتا ہے۔ سب سے زیادہ حدّت طیف کے زرد یا زردی مائل سبز رنگ میں محسوس ہوتی ہے۔ اِس کے بعد پھر اُس میں بتدریج انحطاط بڑھتا جاتا ہے۔

چونکہ نور اور اشعاعی حرارت کی نوعیت ایک ہوتی ہے یہ دیکھنا چاہئے کہ پورے طیف کے مختلف حصوں میں حرارت کا اثر کیا ہے اس کا سرسری اندازہ اس طرح ہوسکتا ہے کہ ایک حسّاس تپش پیما کے جوفہ پر کاجل کا استر چڑھا کر طیف کے مختلف (مرئی اور غیر مرئی) حصوں میں پکڑا جائے اور ان میں جو آخری تپش معائنہ ہوتی ہے اِس سے حرارت کے اثر کا اندازہ لگایا جائے۔ لیکن اِس سے زیادہ بہتر طریقہ یہ ہے کہ حر برقی انبار (جس کا ذکر حرارت کے حصہ میں آیا ہے) ان حصوں میں بالترتیب رکھی جائے اور اس کے برقی رو پیما کے انصراف ملاحظہ کئے جائیں۔

حر برقی انبار کو طیف کے حصّے سے توانائی جس شرح سے پہنچتی جائیگی رَد پیما کا انصراف اس کے تابع ہوگا۔ تجربہ کرنے سے معلوم ہوگا کہ طیف کے سرخ سرے سے بالکل متصل جو غیر مرئی حصہ ہے حرارتی اثر اُسی میں اعظم ہے۔ طیف کے اِس جانب کے حصہ کو الفرارڈ (پائینِ سرخ) کہتے ہیں۔ یہاں یہ بات یاد رکھنی چاہئے کہ معمولی آلات سے تجربہ کرنے میں (جن کے عدسے منشور وغیرہ شیشہ کے ہوتے ہیں) اشعاعی حرارت کا معتدبہ حصہ شیشہ میں جذب ہوجاتا ہے۔ کافی صحت کے ساتھ تجربہ مقصود ہو تو شیشہ کے عوض معدنی نمک (راک سالٹ) کے عدسے اور منشور استعمال ہونے چاہئیں۔ اس لئے کہ شیشہ کی بہ نسبت معدنی نمک بہت زیادہ حر گزار ہوتا ہے۔

نور کے پہچاننے کا ایک اور بھی طریقہ ہے جو اُس کے ضیانگاری

(فوٹوگرافک) اثر پر موقوف ہے۔ اگر طیف کسی حساس ضیانگاری تختی پر ڈالا جائے اور بعد میں تختی ڈیولپ (اُجاگر) کی جائے تو تختی کا وہ حصہ جو طیف کے بنفشئی سرے سے آگے کو بڑھا ہوا تھا سب سے زیادہ متاثر پایا جائیگا۔ یعنے طیف کا ضیانگاری اثر بنفشئی سرے کے پرے حصہ میں اعظم ہے۔ اس حصہ کو الٹراوایولٹ (بالائے بنفشئی) حصہ کہتے ہیں۔ اور یہاں کی شعاعوں کو بلحاظ ان کے ضیانگاری اثر کے کیمیائی (اکٹینک) شعاعیں کہتے ہیں۔ لیکن فی الحقیقت ان میں اور دوسری شعاعوں میں کوئی طبعی فرق نہیں ہے۔

پس ان تجربوں سے واضح ہے کہ مکمل طیف کی وسعت اس کے مرئی حصہ سے بہت بڑی ہے۔ مرئی حصہ اس کا وہ چھوٹا سا جزو ہے جس کے لئے آنکھ حساس ہے۔ نویں باب میں نور کی اصلیت پر بحث ہوگی۔ یہاں صرف اتنا بیان کردیا جاتا ہے کہ وہ ایک قسم کی موجی حرکت پر مشتمل ہے اور طیف کے مختلف حصے مختلف تعددوں کی شعاعوں سے پیدا ہوتے ہیں۔ مخصوص شعاع کا تعددِ ارتعاش اور اس لئے طولِ موج بھی مخصوص ہے۔ سوڈیم کے شعلہ سے جو نور نکلتا ہے ہوا میں اُس کی موجوں کا طول ۵۸۹ ۰٫۰۰۰۰۰ سنتی میتر ہے۔ بنفشئی رنگ کے آخری سرے کا طولِ موج ۴ ۰٫۰۰۰۰ سم ہے اور سرخ رنگ کے آخری سرے کا طولِ موج ۸ ۰٫۰۰۰۰ سم۔ سب سے بڑے طولِ موج کی پائیں سرخ شعاعیں جن کا ہمیں علم ہے ۰٫۱ سنتی میتر طول رکھتی ہیں، اور سب چھوٹی کیمیائی شعاعوں کا طول ۰٫۰۰۰۰۱ سنتی میتر ہے۔

تجربہ (۳۶)۔ طیف میں حرارتی اثر۔ کاربن بائی سلفائیڈ کے منشور کے ذریعہ ایک طیف تیار کرو اور اس کے مختلف حصوں میں حر برقی انبار رکھ کر برقی رَو پیما کے انصراف اور

انبار کے حل کی جدولیں بناؤ۔

تجربہ (۳۷) طیف میں ضیا نگاری اثر۔

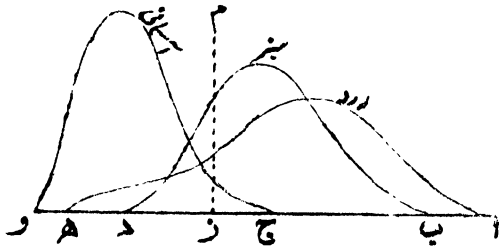
برو مائیڈ کاغذ کے ایک ٹکڑے کو اس طرح ترتیب دو کہ طیف اور اس کا بالائے بنفشئی حصہ کاغذ پر بخوبی سما جائے۔ کمرہ تاریک کردو اور برقی قوس کو بطور مبداءِ نور استعمال کر کے تقریباً ایک دقیقہ تک کاغذ کو طیف میں کھلا چھوڑ دو۔ اس کے بعد اس کو ڈیولپ کر کے مستقل بنا لو اور پھر اپنے پہلے مقام پر رکھدو۔ اب دیکھو گے کہ کاغذ پر سیاہی طیف کے بنفشئی حصہ سے شروع ہوتی ہے اور بالائے بنفشئی حصہ میں دور تک چلی جاتی ہے۔

اجسام کے رنگ - جو غیر شفاف اجسام رنگین نظر آتے ہیں سفید نور کی مختلف رنگ کی شعاعیں اُسنے غیر مساوی مقدار میں منعکس ہوتی ہیں۔ ایسا جسم اگر سرخ نظر آتا ہے تو اس کی وجہ یہ ہے کہ سرخ نور بافراط اُس سے منعکس ہوتا ہے سبز اور آسمانی رنگ کی شعاعیں اس سے منعکس نہیں ہوتیں۔ اگر اس جسم سے سرخ اور سبز رنگ کی شعاعیں منعکس ہوتی ہیں اور آسمانی رنگ کی شعاعیں اُس میں جذب ہوجاتی ہیں تو وہ نارنجی رنگ کا دکھائی دیگا۔ تجربہ کے ذریعہ اس کی توضیح آسان ہے۔ سرخ کاغذ یا کپڑے کا ایک ٹکڑا طیف کے مختلف حصوں میں اگر رکھا جائے تو اس کا رنگ جابجا مختلف نظر آئیگا۔ سرخ حصہ میں غالباً اس کا رنگ طبیعی (یعنے سرخ) نظر آئیگا۔ لیکن سبز اور آسمانی حصوں میں وہ سیاہ نظر آئیگا جس سے ظاہر ہے کہ وہ سرخ رنگ کی شعاعوں کو بڑی مقدار میں منعکس کرتا ہے مگر دوسرے رنگ کی شعاعوں کو جذب کر لیتا ہے۔ اسی طرح سبز اور

آسمانی رنگ کی چیزوں کے ساتھ بھی تجربہ کیا جا سکتا ہے۔ لیکن یہ یاد رہے کہ عام طور پر جو آسمانی رنگ سازی کی پڑیاں اور ٹکوتے ہوتے ہیں خالص رنگ نہیں ہوتے، اس لئے آسمانی رنگ کے اجسام (جو انہیں پڑیوں اور ٹکوتوں سے رنگے جاتے ہیں) غالباً طیف کے کسی حصہ میں بھی سیاہ نظر آئینگے۔ لیکن بہرصورت، اگر جسم سیاہ نظر نہیں آتا تو طیف کے جس رنگین حصہ میں وہ واقع ہوتا ہے، اس کا بھی وہی رنگ ہوتا ہے۔

بہت سے **شفاف** اجسام رنگین ہوتے ہیں۔ مثلاً یاقوتی رنگ کے شیشہ میں سے صرف سرخ شعاعیں گزرتی ہیں، اور اگر اس کی تختی طیف کی شعاعوں کے راستہ میں کہیں بھی رکھی جائے اس میں سے صرف سرخ شعاعیں ہی پار ہونگی، باقی دوسری شعاعیں بالکلیہ روک دی جائینگی۔ اسی طرح خالص سبز رنگ کا شیشہ کا ٹکڑا طیف کے تمام رنگوں کو باستثناء سبز روک دیتا ہے۔ پس اگر شیشہ کے سرخ اور سبز رنگ کے دو علیحدہ ٹکڑوں کو ملاکر پکڑا جائے تو طیف کے تمام رنگ روک دیئے جائینگے، اس لئے کہ سبز شیشہ سبز کے سوا باقی سب رنگوں کو جذب کر لیتا ہے اور سرخ شیشہ سرخ کے سوا باقی سب کو۔

رنگ کی رویت کا نظریہ۔ متذکرۂ بالا تجربوں سے معلوم ہوا ہوگا کہ مختلف رنگ کی شعاعوں کا اثر آنکھوں پر مختلف ہوتا ہے۔ اور ان سے جو احساسات پیدا ہوتے ہیں رنگوں کے نام فی الحقیقت انہی سے متعلق ہیں۔ تاہم اس میں سہولت ہے کہ سرخی کا احساس پیدا کرنے والی شعاعوں کو "سرخ شعاعیں" کہا جائے اگرچہ ان میں اور دوسری شعاعوں میں اگر

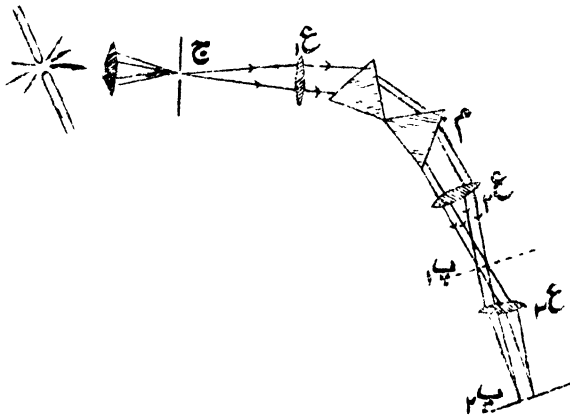
دراصل کوئی فرق ہے تو محض تعددِ ارتعاش کا فرق ہے، جیسا کہ صفحہ (۲۰۲) پر ملاحظہ ہوا ہے۔ اگر دو قسم کی (یعنے دو رنگ کی) شعاعیں ملکر آنکھ میں داخل ہوں تو، اس کو ایک مخلوط احساس ہوتا ہے۔ جب سرخ اور آسمانی رنگ ملائے جاتے ہیں تو آنکھ کو اسنے جس

شکل (۱۰۶)
رنگ کے اولی احساسات کی حدتیں

رنگ کا احساس ہوتا ہے اس کو ہم قرمزی کہتے ہیں۔

رنگ کی رویت کے متعلق بہتیرے نظریئے تجویز ہوئے ہیں، لیکن ان میں سب سے زیادہ جس نظریہ کو مقبولیت حاصل ہوئی ہے اور جس سے متعدد اقسام کے مستند واقعات کی اطمینان بخش توجیہ ہوسکتی ہے **ینگ اور ہلم ہولٹس کا نظریہ** ہے، جس کی بنیاد ینگ نے ڈالی تھی اور بعد میں ہلم ہولٹس نے اس کا تکملہ کردیا۔ یہ نظریہ اس امر کی تلقین کرتا ہے کہ رنگ کے اولی احساسات تین ہیں:۔ ایک مخصوص سرخ، سبز اور آسمانی۔ باقی دوسرے رنگوں کے احساسات ان کے آمیزے ہیں۔ ان تین اولی احساسات کی حدت کا منحنی تیار ہوا ہے جو شکل (۱۰۶) میں بتایا گیا ہے۔

اس کے معائنہ سے معلوم ہوگا کہ سفید نور کے طیف میں سرخ رنگ کے احساس کا منحنی (۲) سے (ﮦ) تک پھیلا ہوا ہے، سبز احساس کا منحنی (ب) سے (ﮈ) تک اور آسمانی (ج) سے (د) تک۔ (۲) سے (ب) تک احساس خالص سرخ کا ہے، اور طیف کا یہ حصہ اوّلی سرخ رنگ کا ہے۔ اسی طرح (ﮦ) سے (د) تک خالص آسمانی یا اگر زیادہ صحت سے کہا جائے تو بنفشی ہے۔ لیکن (ب) سے لیکر (ﮦ) تک یہ تمام احساسات ملے ہوئے ہیں، طیف میں خالص سبز کہیں نہیں نظر آتا ہے لیکن اس سے قریب ترین شباہت رکھنے والا رنگ (ذ) کے پاس پایا جاتا ہے، جہاں علاوہ سرخ سبز اور آسمانی تینوں رنگ اس تناسب کے ساتھ موجود ہونے کے جو سفید نور میں پایا جاتا ہے، خالص سبز کا معتدبہ زاید حصہ بھی شریک ہے۔

آیا پردہ شبکیہ میں تین بالترتیب سرخ، سبز اور آسمانی رنگوں کے حساس اعصاب موجود ہیں یا یہ تینوں احساسات ایک ہی عصب کے تین جداگانہ خواص سے متعلق ہیں، ابھی اس کا قطعی تصفیہ نہیں ہوا ہے۔ رنگ کی نابینائی کا سقم جو اکثر اشخاص کی بصارت میں پایا جاتا ہے پہلے قیاس کی تائید میں ہے۔ واضح ہو کہ اکثر اشخاص باعتبار ان تینوں اوّلی رنگوں کے احساس کے بالکلیہ یا بالجزو نابینا ہوتے ہیں اور بعض شاذ صورتوں میں دو رنگوں کی نابینائی بھی دریافت ہوئی ہے مثلاً سرخ رنگ کے نابینا کے لئے شکل (۱۰۶) کے منحنیوں میں سے سرخ کا منحنی ۲ سے ﮦ تک مفقود ہے پس اس کو رنگوں کا احساس بقیہ سبز اور آسمانی کے آمیزش ہی سے ہوتا ہے۔

اتمامی رنگ - واضح ہو کہ ہم جس کو سفید نور کہتے ہیں وہ ان تمام رنگین شعاعوں کا آمیزہ ہے جو آفتاب کے نور میں موجود ہیں - اگر کوئی ایک یا ایک سے زیادہ رنگ ان میں سے نکال لئے جائیں تو بقیہ رنگوں کا آمیزہ سفید نہیں نظر آئیگا - لیکن اِس

شکل (۱۰۷)
اتمامی رنگوں کی تحقیق کے لئے آلات کی ترتیب

آمیزہ کو اُس نکالے ہوئے رنگ (یا رنگوں) کے ساتھ ملا دیا جائے تو دونوں ملکر پھر سفید نور پیدا ہوگا - دو رنگوں کو ایسی صورت میں **اتمامی** کہتے ہیں جبکہ ان کو ملانے سے آمیزہ کا رنگ سفید حاصل ہوتا ہے -

مختلف رنگ کی پنسلوں کے ملانے کے طریقے متعدد ہیں - بہترین طریقوں میں سے ایک طریقہ یہاں بیان کیا جاتا ہے جو **سر ولیم ایبنی** کا مجوزہ ہے - برقی قوس کا نور ایک مدقق عدسہ کے ذریعہ جہری (ج) پر مرتکز کیا جاتا ہے - شکل (۱۰۷) - جہری عدسہ

(ع۱) کے ماسکہ اصلی پر واقع ہے، پس عدسہ سے نکل کر پنسل متوازی بن جاتی ہے۔ پنسل کا نور منشوروں کے سلسلہ (م) سے منتشر ہوکر، عدسہ (ع۲) سے (پ۱) کے پاس حسب طریقہ معروف اس کا طیف تیار ہوتا ہے۔ اگر اس جگہ پردہ رکھا جائے تو اس پر طیف دکھائی دیگا۔ (پ۱) کے سامنے ایک عدسہ (ع۳) جب رکھا جاتا ہے تو طیف کے رنگ دوبارہ مرکب ہوکر پردہ (پ۲) پر ایک سفید ٹکڑا دکھائی دیتا ہے۔ عدسہ (ع۳) ایسی جگہ رکھا جانا چاہئے کہ اس سے منشور (م) کے پہلو کا خیال پردہ (پ۲) پر پیدا ہو، تب (م) کے مختلف رنگ کے خیالوں کا پردہ پر انطباق ہوکر سفید ٹکڑا نظر آئیگا۔ اب اگر (پ۱) کے پاس جھری کے متوازی، فلزی تختی یا کاغذی پٹھے کی پٹیاں پکڑی جائیں تو طیف سے کوئی ایک یا ایک سے زائد رنگ خارج کردیئے جاسکتے ہیں۔ پس پردہ (پ۲) پر بقیہ رنگوں کا آمیزہ نظر آئیگا۔

واضح ہے کہ جو رنگ طیف میں سے روک لئے جاتے ہیں پردہ (پ۲) کے رنگ کے اتمامی ہیں۔ کیونکہ دونوں کے ملنے سے سفید رنگ پیدا ہوتا ہے۔ (پ۱) پر پٹیوں کو مناسب جگھوں میں حائل رکھ کر کئی اقسام کے اتمامی رنگ دریافت کئے جاسکتے ہیں۔ سرخ کا اتمامی رنگ آسمانی سبز ہے، اور زرد کا اتمامی رنگ ایک مخصوص آسمانی۔

اس آلہ کے ذریعہ یہ بھی معلوم ہوسکتا ہے کہ کسی دیئے ہوئے رنگ کے اجزاء کیا ہیں۔ اس رنگ کی چیز کو پردہ (پ۲) کے پاس پکڑ کر (پ۱) کے طیف میں سے حائل پٹیوں کے ذریعہ ایسے رنگ خارج کردئیے جاسکتے ہیں کہ بقیہ رنگوں کا آمیزہ دیئے ہوئے رنگ کے مشابہ ہو۔ پس اس سے معلوم ہوجاتا ہے کہ یہ رنگ طیف کے کن رنگوں پر مشتمل ہے۔

لیکن یہ یاد رہنا چاہئیے کہ محض خالص طیف کے رنگوں کو ملانے سے ہر کسی دیئے ہوئے رنگ کی مشابہت، بغیر کسیقدر سفید رنگ ملائے، ممکن نہیں۔

آنکھ کی تکان کے ذریعہ بھی کسی رنگ کے اتمامی رنگ کی تقریبی دریافت ہوسکتی ہے۔ مثلاً اگر کسی منور سرخ چیز کو ایک دقیقہ تک مسلسل دیکھا جائے پردہ شبکیہ کو اس رنگ سے تکان ہوجاتی ہے۔ اگر اسیوقت سفید کاغذ کے تاو پہ نگاہ ڈالی جائے تو کاغذ آسمانی مائل سبز رنگ کا نظر آئیگا۔ اس لئے کہ پہلے عمل سے صرف سرخ رنگ سے تھکاوٹ پیدا ہوئی ہے آسمانی اور سبز رنگوں سے نہیں۔ پس، ان دو رنگوں کا اثر محسوس ہوتا ہے۔ اگر پہلے زرد رنگ کی چیز کو گھور کر دیکھا جائے تو سفید کاغذ کا تاؤ بعد میں آسمانی نظر آئیگا۔ شبکیہ کو سبز رنگ سے تکان پہنچنا بہت مشکل ہے اس لئے کہ آنکھوں کے لئے سب سے زیادہ آرامدہ یہی رنگ ہے۔

(**نوٹ منجانب مترجم**۔ آنکھ کی تکان سے متعلق تجربے نو عمر اشخاص کے لئے مشکل ہیں اس لئے کہ اوائل عمر میں آنکھ آسانی سے نہیں تھک سکتی معمر اشخاص اور وہ جن کی بینائی کمزور ہے ان تجربوں میں زیادہ آسانی سے کامیاب ہوسکینگے۔]

رنگسازی کے نمونے۔ جب مختلف رنگ کی شعاعیں آنکھ میں ملکر داخل ہوتی ہیں تو، جیسا کہ قبل ازیں بیان ہوا ہے، ایک مخلوط احساس مترتب ہوتا ہے۔ لیکن یہ یاد رہے کہ خالص رنگوں کا ملانا اور ہے اور مختلف اقسام کے رنگسازی

کے ملونے یا پڑیاں ملانا اور۔ ایبنی والے تجربہ میں طالب علم نے دیکھا ہوگا کہ ایک مخصوص زرد اور آسمانی رنگ کی شعاعوں کا آمیزہ سفید ہوتا ہے۔ لیکن اگر بظاہر ایسے ہی رنگ کی زرد اور آسمانی پڑیاں ملائی جائیں تو آمیزہ کا رنگ سبز نظر آتا ہے۔ اس کی یہ وجہ ہے کہ زرد رنگ کی پڑی سفید نور سے سُرخ اور آسمانی شعاعوں کو جذب کر لیتی ہے اور آسمانی رنگ کی پڑی سُرخ اور زرد کو جذب کرتی ہے۔ لیکن دونوں سبز رنگ کی شعاعوں کو منعکس کرتے ہیں اس لیئے یہی رنگ آمیزہ سے منعکس ہوتا ہے جس سے آمیزہ سبز رنگ کا نظر آتا ہے۔

رویت کا استقلال۔ بعض اوقات رنگ کے اثرات استقلال رویت کے ذریعہ سے باہمدیگر مخلوط کئے جاتے ہیں۔ شبکیہ پر جو خیال پیدا ہوتے ہیں نور کے منقطع ہوتے ہی فوراً غائب نہیں ہو جاتے بلکہ کچھ دیر تک ان کا اثر باقی رہتا ہے۔ چنانچہ سینماٹوگراف کے تماشوں سے یہ بات بخوبی عیاں ہے۔ جب متواتر خیالوں کا سلسلہ یکے بعد دیگرے کافی جلد جلد پردہ پر ترتیب دیا جاتا ہے تو دیکھنے والوں کو مسلسل واقعات کے معائنہ کا احساس ہوتا ہے۔ عموماً ہر ایک تصویر پردہ پر $\frac{1}{35}$ ثانیہ تک قائم رہتی ہے پھر اس کی جگہ دوسری تصویر رکھدی جاتی ہے، ایک ثانیہ میں ۱۶ تصویریں پردہ پر ڈالی جاتی ہیں۔ سینما کے دیکھنے والوں کو بخوبی معلوم ہے کہ اس سے مسلسل مشاہدہ کا احساس ہوتا ہے۔

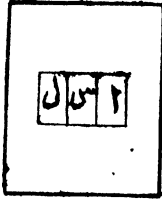
رنگین لٹو۔ اس میں کئی ایک رنگین قرص کاغذ یا مقوے کی ایک دھری پر چڑھائے جاتے ہیں۔ ہر ایک قرص کے

ایک نصف قطر کی سمت میں شگاف کیا ہوا ہوتا ہے تاکہ وہ ایک دوسرے پر متراکب ہوسکیں اور نیز ان کی سطح کا جس قدر حصہ کھلا رکھنا مقصود ہو چھوڑا جائے۔ ڈسٹری کو جلد جلد پھرانے سے ہر ایک قرص کے رنگ کا اثر آنکھ پر ہر وقت قائم رہتا ہے (استقلال رویت کی وجہ سے)۔ اس لئے آنکھ ان رنگین قطعوں کو علیحدہ علیحدہ نہیں دیکھ سکتی بلکہ اس کو ان سب کا مجموعی احساس ہوتا ہے۔ قطعوں کے زاویوں کو حسب ضرورت گھٹا بڑھاکر کسی بھی دیئے ہوئے رنگ کی مشابہت ممکن ہے۔ لٹو کو پھرانے سے سرخ، اور آسمانی رنگوں کا آمیزہ بھورے رنگ کا دکھائی دیگا۔ خالص سفید رنگ کبھی نہیں بنیگا۔ اس لئے کہ تختیاں پڑی کے رنگوں سے رنگی ہوتی ہیں جو خالص نہیں ہوتیں۔ ہر ایک قطعہ سے مکمل تنویر کی محض ایک کسر مہیا ہوتی ہے قرص اس وقت سفید نظر آئیگا جبکہ اس کے ہر ایک حصّہ سے مکمل تنویر مہیا ہو۔

کینما کلر (رنگین سینما)۔ کینما کلر (سینماٹوگراف کی ایک قسم جس میں تصویریں طبعی رنگ میں ترتیب دی جاتی ہیں) کا عمل بھی احساس رنگ کے استقلال پر مبنی ہے۔ ابتدائی عکس (فوٹو) لیتے وقت آلۂ عکاسی کے عدسہ کے سامنے بالترتیب سرخ اور سبز رنگ کے شیشوں کا بنا ہوا ایک قرص اس رفتار سے پھرایا جاتا ہے کہ، باری باری سے، سرخ یا سبز شیشہ میں سے گزرے ہوے نور کے ذریعہ سے 'منفی عکس' تیار کرلئے جاتے ہیں۔ مثلاً اگر 'شخص' کا رنگ سرخ ہے تو سرخ شیشہ میں سے گزرے ہوئے نور سے منفی عکس گہرا بنیگا، اور سبز شیشہ میں سے گزرے ہوئے نور سے عکس کی

تختی پر کوئی اثر نہ ہوگا - پھر منفی سے جب مثبت شفاف تصویر بنائی جائیگی تو منفی عکس کے گہرے حصّوں سے مثبت کے شفاف حصّے بن جائینگے - اس تصویر کو جب پردہ پر ترتیب دیتے ہیں تو پہلے قرص کی طرح سرخ اور سبز شیشوں کا بنا ہوا قرص تصویر کو پردہ پر اتارنے کے عدسہ کے سامنے اس انداز سے پھراتے ہیں کہ قرص کا سرخ شیشہ ٹھیک اسی وقت سامنے آتا ہے جبکہ سرخ شیشہ میں سے لئے ہوئے عکس کی تصویر پردہ پر بتائی جا رہی ہے - اس لئے مثبت عکس کے شفاف حصے پردہ پر تیز سرخ نظر آئینگے - سبز رنگ کے شیشہ میں سے جو تصویریں لی جاتی ہیں ان کا حال بھی اسی کے مشابہ ہے - یہ تصویریں پردہ پر اسقدر تیز رفتار کے ساتھ ترتیب دی جاتی ہیں کہ آنکھ پر ان کا مخلوط اثر پڑتا ہے اور تصویریں اپنے طبعی رنگوں میں دکھائی دیتی ہیں - کینما کلر کی تصویروں میں سرخ، زرد اور سبز رنگ اچھی طرح نظر آتے ہیں، لیکن چونکہ آسمانی رنگ سے کوئی عکس نہیں لئے جاتے، اس لئے آسمانی مائل سبز اور خالص آسمانی رنگ، اتنے اچھے نہیں ہوتے -

رنگین عکس (فوٹوگراف) - رنگین عکاسی کے کئی جدید طریقے رنگین پردوں کے استعمال پر موقوف ہیں - عکاسی کی تختی کے ساتھ چھوٹے چھوٹے رنگین رقبوں کا ایک 'نقشہ دار پردہ لگا رکھا جاتا ہے اور اس رنگین نقش میں سے گزرے ہوئے نور میں تختی کی حساس سطح کھلی چھوڑ دی جاتی ہے - فرض کردہ پردہ کے رنگین رقبے شکل (۱۰۸) میں مبالغہ کیساتھ بتائے گئے ہیں اور ان میں سے (ل) (س) اور (۲)

قسم کے ہیں۔ (ل) سے مراد سُرخ ' (س) سے سبز اور (۲) سے آسمانی رنگ ہے۔ کسی سبز رنگ کی چیز کا خیال جب ان تینوں رقبوں پر پڑتا ہے تو ہر ایک کا عمل جداگانہ ہوتا ہے۔ سبز رنگ تو رقبہ (س) میں سے گزر کر حسّاس تختی تک پہنچ جاتا ہے ' جس سے منفی عکس کا تاریک حصہ پیدا ہوتا ہے۔ لیکن رقبے (ل) اور (۲) اس کو جذب کر لیتے ہیں پس ان کے زیر اثر منفی عکس شفاف رہجاتا ہے۔ تصویر چھاپنے کے معمولی کونٹکٹ کے طریقہ سے اس منفی عکس سے مثبت شفاف عکس تیار کیا جاتا ہے تو صرف (س) سے متعلق جو حصہ تھا اب شفاف بن جائیگا (اسلئے کہ منفی عکس میں وہ حصۂ تاریک بنا تھا)۔ (ل) اور (۲) سے متعلق حصے غیر شفاف بنینگے۔ پس اس چیز کے اصلی رنگ کے پردہ سے اس تصویر کو ڈھانپ کر سفید نور میں پکڑنے سے (س) تیز سبز نظر آئیگا مگر (ل) اور (۲) دکھائی نہ دینگے ' جس سے اس چیز کا اصلی رنگ پھر سے پیدا ہو جائیگا۔

۲ | س | ل

شکل (۱۰۸)
رنگ کا پردہ

عملاً رنگ کا پورا پردہ اس قسم کے بہت ہی چھوٹے چھوٹے رنگین رقبوں سے بھر دیا جاتا ہے۔ یہ اتنے چھوٹے اور ایک دوسرے سے متصل ہوتے ہیں کہ آنکھ سے علیحدہ علیحدہ تمیز نہیں ہو سکتے۔ لیکن جب مثبت شفاف تصویر پر یہ رنگین نقش پردہ صحیح وضع میں رکھا جاتا ہے تو پردہ کے ہر چھوٹے رقبہ میں تا سے اصلی شے کے رنگ کے بموجب سرخ ' سبز یا آسمانی نور

چھن کر آتا ہے۔ اور آنکھ کو (جو ان چھوٹے رنگین رقبوں کو تمیز نہیں کر سکتی) شے کے اصلی رنگ کا عام اثر محسوس ہوتا ہے۔ اس طریقہ میں جو کچھ بھی دقتیں ہیں، پہلے پردہ میں ان تین صحیح رنگوں کا فراہم کرنا ہے اور پھر حساس تختیوں (یا جھلیوں) کو اسطرح کھلا رکھنا اور ڈیولپ (پختہ) کرنا ہے کہ آخری مثبت شفاف تصویر میں رنگوں کی مناسبت صحیح ہو۔

طیفی تشریح۔ صفحہ (۱۹۳) پر ہم نے دیکھا تھا کہ بنسنی شعلہ میں جب معمولی نمک رکھا جاتا ہے تو سوڈیم کا بھڑکتا ہوا بخار ایک مخصوص طیف دیتا ہے جو بظاہر صرف ایک زرد خط پر مشتمل نظر آتا ہے۔ اسی وجہ سے سوڈیم کا شعلہ دیکھنے میں زرد رنگ کا ہوتا ہے۔ فی الحقیقت اس کے طیف میں دو زرد خط ہوتے ہیں جو ایک دوسرے سے بالکل قریب ہونے کی وجہ سے معمولی طاقت کے طیف پیماؤں میں ایک نظر آتے ہیں۔ بڑی تحلیلی طاقت کے طیف پیماؤں میں یہ خط ایک دوسرے سے جدا نظر آتے ہیں۔ ہر ایک عنصر، جب گیسی حالت میں بھڑکتا ہے تو اس کا طیف مخصوص اور دوسروں سے مختلف ہوتا ہے۔ لیکن ہر عنصر کو بھڑکا کر اس سے طیف کی کیفیت پیدا کرنا ممکن نہیں، معہذا چند ہی ایسے اشیاء ہیں جن کے طیوف سوڈیم کے طیف کی طرح سادہ ہیں۔ مثلاً سٹرونشیم کے بخار کا طیف متعدد خطوں پر مشتمل ہے، جن میں سے سرخ رنگ کے چند خطوط بطور خاص روشن ہیں اور ایک خط آسمانی رنگ کا ہے، جس کی وجہ سے سٹرونشیم کے شعلہ کا رنگ خصوصیت کے ساتھ قرمزی نظر آتا ہے۔ ہیڈروجن کے طیف میں چند خطوط دور دور نظر آتے ہیں، اور لوہے کے طیف

کے خطوط کی تعداد اسقدر زیادہ (اور ہر رنگ میں داخل) ہے کہ خالی آنکھ سے جب اس کے نور کو دیکھتے ہیں تو سفید نظر آتا ہے۔ اس کے برعکس تھیلیم کے طیف میں صرف ایک سبز خط ہوتا ہے۔ ہر عنصر کے طیف میں خطوط کے مقام بھی مخصوص ہوتے ہیں۔ کسی غیر معلوم شئے کے طیف کا امتحان کرنے سے اس کے اجزاء کی شناخت ہوسکتی ہے۔ اس طریقہ امتحان کو **طیفی تشریح** کہتے ہیں۔

یہ تشریح **طیف** نما کے ذریعہ کیجاتی ہے جس کا اصول طیف نما کے اصول کے مشابہ ہے (ملاحظہ ہو صفحہ ۱۸۵)۔ لیکن اس آلہ کی تحلیلی طاقت طیف پیما کی طاقت سے زیادہ ہوتی ہے۔ بالعموم دوربین اپنی جگہ قائم رہتی ہے، حرکت نہیں کرتی۔ اور چشمہ کے عوض اکثر عکاسی کا آلہ ترتیب دیا جاتا ہے تاکہ طیف کا عکس لیا جاسکے۔

مسلسل طیف۔ معمولی تپشوں پر تقریباً تمام چیزوں کے اشعاع سے آنکھ متاثر نہیں ہوتی۔ لیکن جب کسی مُصمت (ٹھوس) چیز کی تپش بتدریج بڑھائی جاتی ہے تو تقریباً ۵۰۰° مئی پروہ منور ہونے لگتا ہے چنانچہ اس تپش پر اس کا رنگ مدہم سرخ نظر آتا ہے۔ اس کا طیف سرخ رنگ کے آخری سرے ہی تک پھیلا ہوا ایک ٹکڑا دکھائی دیگا۔ جوں جوں تپش میں اضافہ ہوگا طیف پھیل کر پہلے زرد، پھر سبز اور بالآخر آسمانی رنگ تک پہنچ جائیگا۔ تپش جب بہت بلند ہوجائیگی تو سارا مرئی طیف دکھائی دینے لگیگا۔ اس حالت میں اس چیز سے سفید نور نکلیگا اور اس کی حرارت کی نسبت کہا جائیگا

کہ ' سفید گرم ' ہے ۔سفید گرم ٹھوس جسم کے طیف میں تمام قسم کے رنگ موجود ہوتے ہیں اور وہ **مسلسل طیف** کہلاتا ہے ۔ [سفید گرم مائع کا طیف بھی مسلسل اور تمام رنگوں پر مشتمل ہوتا ہے ۔] اس کے برعکس منور گیس یا بخار کا طیف **خطوط یا پٹیوں یا فلوٹنگ** پر مشتمل ہوتا ہے ۔

جذبی طیوف ۔ یہ عام قاعدہ ہے کہ ہر ایک تپش پر کوئی بھی بخار خاص اس نور کو جذب کرلیتا ہے جو اُس بخار سے خود اس سے اونچی تپش پر صادر ہوتا ہے ۔ چنانچہ سفید نور کی پنسل جب بنسنی شعلہ میں سے ' جس میں معمولی نمک رکھا گیا ہو ' گزرتی ہے تو سوڈیم سے متعلق جو مخصوص زرد رنگ ہے جذب ہوجاتا ہے ۔ طیف پیما میں دیکھنے سے اس پنسل کا طیف ایک سرے سے دوسرے سرے تک مسلسل نظر آئیگا لیکن جہاں سوڈیم کی زرد لکیر ہوتی ہے وہاں اب ایک سیاہ خط دکھائی دیگا ۔

سفید نور کی پنسل برقی قوس سے مہیا ہوسکتی ہے ۔ قوس اور طیف پیما کی جھری کے مابین سوڈیم کا شعلہ ترتیب دیا جاسکتا ہے ۔ اگر شعلہ میں سوڈیم کا بخار کافی ہو اور احتیاط کے ساتھ تاریک کمرے میں تجربہ کیا جائے تو طیف میں سوڈیم کا خط سیاہ نظر آئیگا ۔ چونکہ برقی قوس سے سفید نور صادر ہوتا ہے اور اُس سے بہت کم تپش کے سوڈیم کے بخار میں سے گزر کر طیف نما یا طیف پیما میں داخل ہوتا ہے ' سوڈیم کا بخار اس سفید نور میں سے اپنے مخصوص زرد نور کو جسقدر جذب کرلیتا ہے اسقدر نور خود اس کے کم تپش کے شعلہ سے صادر نہیں ہوسکتا اگر برقی قوس توڑ دی جائے تو ٹھیک اُس جگہ جہاں پہلے سیاہ

خط دکھائی دیا تھا اب ایک زرد لکیر نظر آئیگی، اس کے سوائے کوئی اور زرد رنگ نہ ہوگا۔

جب مسلسل طیف میں سے چند مخصوص خطوط کا نور کوئی چیز جذب کر لیتی ہے تو وہ جذبی طیف کہلاتا ہے۔ پس کسی چیز کا جذبی طیف خود اس کے روشن خطی طیف کے لئے اتمامی ہے۔

آفتاب کا طیف۔ آفتاب کے طیف میں بہت سارے جذبی خطوط ہیں جو فراون ہوفر کے خطوط کہلاتے ہیں اس لئے کہ سب سے پہلے فراون ہوفر ہی نے انکا اکتشاف کیا تھا۔ انکی پیدائش سوڈیم کے جذبی خط کی پیدائش کے مشابہ ہے جس کا تجربہ ابھی بیان ہوا ہے۔ آفتاب کا مرئی حصہ جو فوٹوسفیر یا **ضیائی کرہ** کہلاتا ہے غالباً مائع منور مادّوں پر مشتمل ہے اور اس سے سفید نور صادر ہوتا ہے۔ اس کے اطراف کا کرہ کروموسفیر یا **لونی** کرہ ہے جو اندرونی کرہ سے کم تپش پر ہے اور گیسوں یا بخاروں سے بنا ہوا ہے۔ پس اس بیرونی کرہ کے عناصر کا نور اندرونی کرہ سے آنیوالے سفید نور میں سے جذب ہو جاتا ہے، جس سے فراون ہوفر کے خطوط پیدا ہوتے ہیں۔ ان جذبی خطوط کے ذریعہ سے آفتاب کے گیسی کرہ میں زمین کے بہت سے عناصر (مثلاً سوڈیم، لوہا، ہیڈروجن وغیرہ) کی شناخت ہوئی ہے۔ فراون ہوفر نے چند واضح خطوط کی شناخت کے لئے حروف تہجی سے اُن کے نام بھی رکھے تھے جو اب بھی مستعمل ہیں۔ مثلاً A، B، C، D، E، F، G اور H۔ ہم ان کے لئے حروف ابجد ا، ب، ج، د، ھ، و، ز تجویز کرتے ہیں، چنانچہ خط (د) سوڈیم کا زرد خط ہے۔ آفتاب کے بعض

فلزات مثلاً روبیڈیم، سیزیم، اور تھیلیم کا انکشاف ان کے طیوف کے ذریعہ سے ہوا ہے۔ اور ہیلیم گیس زمین پر دریافت ہونے سے ایک عرصہ پہلے آفتاب کے لونی کرہ میں اسی طیف کے ذریعہ دریافت ہوئی۔

فراون ہوفر کے خطوط کی پیدائش کی جو وجہ بیان ہوئی ہے اس کی صحت کے ثبوت میں یہ واقعہ بھی پیش کیا جاسکتا ہے کہ کامل کسوف میں جب چاند کا قرص آفتاب کے ضیائی کرہ کو ٹھیک ڈھانپ دیتا ہے تو آفتاب کے طیف کی صورت بالعکس بدل جاتی ہے یعنے کروموسفیر (لونی کرہ) کے نور سے ٹھیک فراون ہوفر کے سیاہ خطوط کی جگہ منور خطوط نظر آتے ہیں۔

فلورسینس (سیل اسپاری یا عارضی تزہر)۔ بہت سی چیزوں میں یہ خاصیت ہے کہ جب ان پر کسی معیّن طول کی نور کی موجیں پڑتی ہیں تو وہ خود منور ہوکر ان سے جداگانہ طولِ موج کا نور صادر ہوتا ہے۔ اختلاف طولِ موج کی وجہ سے اس کو انعکاس نور کی مثال نہیں تصور کرسکتے۔ اس کیفیت کو ہم **فلورسنس یا عارضی تزہر** کہتے ہیں۔ چونکہ یہ بات پہلے فلور اسپار (معدنی کیلسیم فلورائیڈ) میں دیکھی گئی اس لئے اس کی مناسبت سے نام رکھا گیا۔ علاوہ سیل اسپار کے یہ اثر انیلین کے بہت سے رنگوں مثلاً ایوزسین، فوشین، اور فلورسین میں قوی پایا جاتا ہے۔ کوئنین سلفیٹ اور پرافین کے تیل میں بھی یہ اثر موجود ہے۔

اگر سفید نور کی متوازی پنسل کو ایک برتن میں سے جس میں فلورسین کا محلول رکھا گیا ہو گزرنے دیا جائے سفید پنسل جہاں

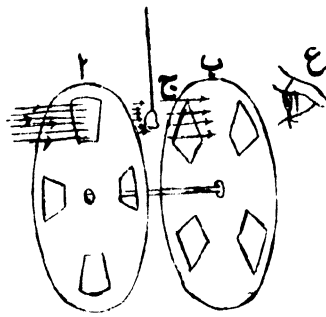
مائع میں داخل ہوگی اس جگہ ایک زردی مائل سبز رنگ نظر آئیگا لیکن اس سے آگے چلکر پنسل کے راستہ میں کسی اور جگہ یہ عارضی تزہر ظاہر نہ ہوگا۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ سفید پنسل کی وہ مخصوص شعاعیں جن سے یہ سیل اسپاری تزہر پیدا ہوتا ہے محلول کے ابتدائی حصوں میں (جو پنسل کے راستہ میں واقع ہوتے ہیں) جذب ہوجاتی ہیں۔ اس لئے محلول کے بقیہ حصے سیل اسپاری تزہر سے معرّا رہجاتے ہیں۔

اگر نلی میں اس محلول کو بھرکر ایک منوّر طیف کے مختلف حصوں میں رکھیں تو معلوم ہوگا کہ اس میں سیل اسپاری تزہر کی کیفیت طیف کے صرف آسمانی، بنفشئی اور بالائے بنفشئی حصوں میں نمایاں ہوتی ہے، سبز اور سرخ حصوں میں نہیں ہوتی۔ یہ عام قاعدہ ہے کہ سیل اسپاری تزہر سے جو نور صادر ہوتا ہے اس کا طول موج اس کیفیت کے محرک نور کے طول موج سے بڑا ہوتا ہے بالفاظ دیگر سیل اسپاری تزہر کا نور، بہ نسبت اس کے محرک نور کے طیف کے سرخ سرے سے قریب تر پایا جاتا ہے۔ اگر کم موٹائی کے خانہ میں یہ محلول بھردیا جائے اور خانہ سفید نور کی پنسل کے راستہ میں ایسی وضع میں رکھا جائے کہ پنسل محلول کا بہت ہی تھوڑا راستہ طے کرکے باہر جائے تو پنسل کے طیف کو معائنہ کرنے سے معلوم ہوگا کہ اس کا آسمانی رنگ کا سرا غائب ہے پس واضح ہے کہ جو نور کسی چیز میں سیل اسپاری تزہر کا محرک ہوتا ہے اس چیز کے اندر

جذب ہوتا ہے ۔ جذب شدہ نور کی توانائی ہی سے سیل سپاری تزہر کی توانائی مہیا ہوتی ہے ۔ چونکہ شیشہ خود بالائے بنفشی کا ایک معتدبہ جزو جذب کرلیتا ہے اس لئے ان تجربوں میں گاریا بلور کے عدسے اور منشور وغیرہ استعمال کئے جانے چاہئیں ۔ اس لئے کہ بلور ان شعاعوں کے اعتبار سے بہ نسبت شیشہ کے بہت زیادہ شفاف ہے ۔

سیل اسپاری کا عارضی تزہر ہلکے آسمانی رنگ کا ہوتا ہے، کونین سلفیٹ اور برافین کے تیل کے عارضی تزہر کا بھی یہی رنگ ہے ۔ لیکن ایوزین اور فوشین کے تزہر کا رنگ تیز زردی مائل سبز ہے ۔ سوڈیم کے بخار سے آفتاب کے نور میں سُرخ، زرد اور سبز شعاعیں صادر ہوتی ہیں ۔

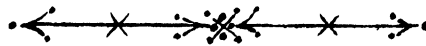
فوسفورسنّس (تزّہر) ۔ واضح ہو کہ **فلورسنس** اسیوقت ختم ہوجاتا ہے جبکہ اس کا محرک نور موقوف ہوجاتا ہے ۔ بعض اشیاء ایسے ہیں کہ محرک نور کی موقوفی کے بعد بھی عرصہ تک نور صادر ہوتا ہے ۔ اس کیفیت کو **فوسفورسنس یا دیرپا** تزّہر کہتے ہیں ۔ چنانچہ الماس، کیلسیم سلفائیڈ وغیرہ دیر تک اندھیرے میں جوت دیتے ہیں ۔ اس قسم کے تزہر کیلئے (جس کو ہم آئندہ بطور اختصار محض تزہر کہینگے) بالائے بنفشی نور سب سے زیادہ موثر ہے ۔ بیلین کا منور رنگ زیادہ تر کیلسیم سلفائیڈ ہی سے بنا ہوا ہوتا ہے ۔ اس لئے اس میں جوت دینے کی خاصیت ہے ۔ واضح ہو کہ یہ کیفیت اُس دمک سے بالکل علیحدہ ہے جو بعض اوقات کیمیائی عمل سے پیدا ہوتی ہے، مثلاً فوسفورس یا بوسیدہ حیوانی مادے کی دمک

بیکرل والا تزہر نما - جس چیز کا امتحان کیا جاتا ہے
دو قرصوں (۲) اور (ب) کے بیچ میں رکھی جاتی ہے۔ دیکھو
شکل (۱۰۹) - ایک آلہ کے ذریعہ جو شکل میں بتایا نہیں گیا ہے
یہ قرص جلد جلد پھرائے جاتے ہیں۔ دونوں قرصوں میں چند
شگاف ہیں لیکن
ایک کا شگاف
دوسرے کے
محاذی نہیں. سفید
نور (۱) کے ایک
شگاف میں سے
گزر کر جسم زیر
امتحان (ج) پر
پڑتا ہے۔ جوں
جوں قرص
گھومتے ہیں نور

شکل (۱۰۹)
بیکرل والا تزہر نما

منقطع ہوجاتا ہے اور تھوڑے وقفہ کے بعد (ب) کا ایک شگاف
گھوم کر جسم کے مقابل ہوجاتا ہے، اور (ع) پر آنکھ ہو تو وہاں
سے جسم کو دیکھ سکتے ہیں۔ اگر جسم متزہر ہے تو اس سے اب
بھی نور صادر ہوگا اور وہ (ع) پر سے نظر آئیگا۔ لیکن اگر وہ عارضی
متزہر ہے تو قرص (۲) سے جب اس پر نور پڑنا موقوف ہوگا
تو وہ (ع) پر سے دکھائی نہ دیگا۔ قرصوں کے گھومنے کی رفتار
تبدیل کرکے تزہر کے انتہائی اوقات کی تعیین ہوسکتی ہے۔
جسم کی نوعیت کے اعتبار سے یہ مدت ثانیہ کی ایک چھوٹی
کسر سے لیکر کئی گھنٹوں تک ہوتی ہے۔

عکاسی (یا ضیانگاری)۔ اوپر کے بیان سے معلوم ہوا ہوگا کہ جو شعاعیں خصوصیت کے ساتھ عارضی یا دیرپا تزہر پیدا کرنے میں با اثر ہوتی ہیں عکاسی (یا ضیانگاری) کے کاموں میں بھی زیادہ تر انہیں کو دخل ہے۔ ان شعاعوں کا تعدد ارتعاش بہت بلند ہے اور بظاہر ایسا معلوم ہوتا ہے کہ مادّے کے جوہر ان کی توانائی کو فوراً جذب کر لینے سے ان کو جوہری اور سالمی تغیّرات پیدا کرنے میں خوب دسترس حاصل ہے۔ بعض اوقات، جیسا کہ عارضی تزہر میں پایا جاتا ہے، اس توانائی کا دوبارہ نور کی شکل میں اشعاع ہوتا ہے۔ لیکن چند اشیاء علی الخصوص بعض چاندی کے مرکبات ایسے ہیں کہ اس توانائی کے جذب ہونے سے ان میں سالمی تغیّرات پیدا ہوتے ہیں اور آخر میں چلکر نئی کیمیائی ترتیب کے بعد، بعض صورتوں میں، چاندی کی غیر شفاف فلزی شکل میں تحویل ہوجاتی ہے۔ عکاسی (یا ضیانگاری) کے کیمیائی نکات پر بحث کرنے کا یہاں موقعہ نہیں ہے۔ لیکن صرف اتنا بیان کرنا مناسب معلوم ہوتا ہے کہ چونکہ آسمانی اور بالائے بنفشئی شعاعیں ہی اس کام کے لئے موثر ہوتی ہیں، سرخ اور زرد چیزیں جو آنکھ کو منور دکھائی دیتی ہیں، عکاسی کے لئے بے اثر ہوتی ہیں، اس لئے رنگین چیز کے عکس (فوٹو) سے اس کے نور کی حدت کا صحیح تناسب نہیں معلوم ہوسکتا۔ اس سقم کی وجہ سے رنگین ضیانگاری (جس کا صفحہ (۲۱۶) پر ذکر ہوا ہے) عملاً ناممکن ثابت ہوتی۔ لیکن متعدد طریقے ایجاد ہوئے ہیں جن سے عکاسی کی تختیاں ہر رنگ کی شعاعوں کے لئے حساس بنائی جاتی ہیں۔ مثلاً اگر تختی استعمال سے پہلے ایریتھروزین کے ہلکے محلول (۱۰،۰۰۰ میں ایک حصہ) میں ڈبوئی جائے تو طیف کے زرد رنگ تک کے لئے وہ حساس بن جاتی ہے۔ ایسی تختیاں آئزوکرومیٹک (متساوی الالوان) یا

اورتھوکرومٹیک (تناسب اللّون) کہلاتی ہیں۔ اس طرز عمل سے تختی پر بنفشئی یا بالائے بنفشئی شعاعوں کے اثر میں کچھ انحطاط نہیں محسوس ہوتا اب بھی یہ اثر سبز اور زرد شعاعوں کے اثر سے بڑھا ہوا ہوتا ہے۔ صحت تناسب کے قیام کے لئے بنفشئی اور بالائے بنفشئی شعاعوں کے اثر میں کسیقدر تخفیف کی ضرورت باقی رہتی ہے اس لئے عدسہ کے سامنے لیمو کے رنگ کا ایک زرد پردہ حائل رکھا جاتا ہے۔ اس رنگ کا پردہ طیف کے زرد اور سرخ حصوں کے لئے زیادہ شفاف ہے بہ نسبت آسمانی اور اسکے بعد کے حصوں کے۔ پینا سائیانول کے محلول میں تختی کو ڈبونے سے وہ پورے طیف کے لئے بشمول سرخ حساس بن جاتی ہے۔ ایسی تختی پین کرومیٹک (متوعب اللّون) کہلاتی ہے۔ اس کے ساتھ بھی قیام تناسب کی غرض سے لیمو کے رنگ کا پردہ استعمال کرنا پڑتا ہے اور تختی کو بالکل اندھیرے میں ڈیولپ (پختہ) کرنا ہوتا ہے۔ ایسی تختیاں اب طیوف کے عکس لینے میں بکثرت استعمال کی جاتی ہیں۔

نویں باب کی مشقیں

(۱)۔ ایک سادہ قسم کے طیف نما کا حال بیان کرو۔ سوڈیم کے بخار کا جذبی طیف معائنہ کرنے کے لئے اس سے کس طرح کام لوگے؟

(۲)۔ اشیاء کے طبعی رنگ کا باعث کیا ہے؟ دو رنگین چیزوں کا رنگ آفتاب کی روشنی میں کچھ نظر آتا ہے

اور گیس کی روشنی میں کچھ اور۔ اِس کی وجہ بیان کرو۔

(۳)۔ خالص طیف سے کیا مراد ہے؟ تم اس کو کس طرح تیار کروگے تفصیل سے بیان کرو۔ شمسی طیف میں فراون ہوفر کے خطوط کیوں دکھائی دیتے ہیں سمجھاؤ۔

[کلیۃ الہ آباد]

(۴)۔ برقی قوس کا طیف بنانے کے لئے آلات کو کسطرح ترتیب دوگے بیان کرو۔

مبداء نور اور باقی دوسرے آلات کے مابین سرخ شیشہ کی ایک تختی رکھی جائے تو طیف پر اُس کا کیا اثر پڑیگا بیان کرو۔ [ل-ی-]

(۵)۔ دھوپ کے طیف میں توانائی کی تقسیم کس طرح ہوتی ہے معلوم کرنے کے لئے تم کیا تجربہ کروگے؟

تمہارے تجربہ سے کیا نتائج برآمد ہونگے بیان کرو۔

[ل-ی-]

(۶)۔ آفتاب کے نور کا خالص طیف تیار کرنے کے لئے تم کیا تجربہ کروگے مفصل کیفیت لکھو۔

گیسوں کے مرئی طیوف معائنہ کرنے کا کوئی طریقہ مختصر بیان کرو [ل-ی-]

(۷)۔ "خالص طیف" کی پیدائش کے لئے منور جھری عدسوں اور منشور کی ترتیب کیا ہونی چاہئے بیان کرو۔

مرئی طیف کے حدود کے باہر تم اشعاع کے وجود کی تحقیق کیونکر کروگے بتاؤ۔ [ل-ی-]

(۸)۔ ینگ اور ہلم ہولٹس کا لونی رویت کا نظریہ بیان کرو۔

(۹)۔ اتمامی رنگوں سے کیا مراد ہے سمجھاؤ۔ کسی دئے ہوئے رنگ کے اتمامی رنگ کی نوعیت تم کیونکر دریافت کروگے؟

(۱۰)۔ بیان کرو طیف کے چند ایسے رنگ کیونکر دریافت کئے جا سکتے ہیں جن کو ملانے سے کسی دئے ہوئے رنگ سے ٹھیک مشابہت حاصل ہو۔

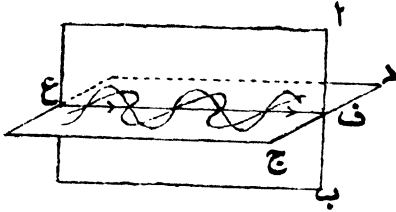
(۱۱)۔ رنگین عکاسی (یا ضیانگاری) کے کسی طریقہ کا مختصر حال لکھو۔

(۱۲)۔ فلورسنس (عارضی تزہر) اور فوسفورسنس (دیرپا تزہر) سے کیا مفہوم ہے؟ کسی چیز کا تزہر قسم اول کا ہے یا قسم دویم کا تم کس طرح اس کا فیصلہ کروگے؟

دسواں باب

قطبیت پیمائی

تقطیب - نور کی موجی حرکت کے نظریہ اور اُس کی تقطیب پر باضابطہ بحث مشکل ہے۔یہاں صرف چند ایسی باتیں بیان ہونگی جن سے **قطبیت پیمائی** میں تقطیب نور کا استعمال سمجھ میں آسکے۔ نویں باب میں اس کا تذکرہ آچکا ہے کہ اشعاعی حرارت اور نور دونوں ایک ہی قسم کی موجی حرکت کے کرشمے ہیں۔ ان میں فرق صرف تعدد ارتعاش یا طول موج کا ہے۔آفتاب کے طیف کے اس حصہ کا طول موج، جہاں حرارت زیادہ ہے لیکن نور کا اثر (یعنے رویت) پیدا نہیں ہے، تقریباً 10^{-2} سم اور 10^{-4} سم کے درمیان ہے۔ اورجہاں تنویر اعظم ہے وہاں طول موج تقریباً 6×10^{-5} سم ہے۔ نور کی موجیں بالکلیہ عرضی ہیں (ملاحظہ ہو آواز باب سوم) اور آگے چلکر ثابت کیا جائیگا کہ جن ارتعاشوں کے ذریعہ یہ موجیں پیدا ہوتی ہیں موجوں کی اشاعت کی سمت پر ٹھیک علی القوائم ہیں۔ یہ ارتعاش ایک یا کئی مستویوں میں

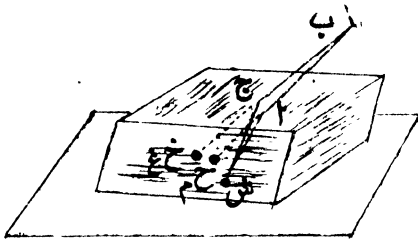
جو شعاع نور میں سے گزرتے ہیں عمل میں آتے ہیں۔ مثلاً شعاع ع ف کے ارتعاش ایک مستوی اب ہی میں محدود رہ سکتے ہیں (شکل ۱۱۰) یا دو مستویوں اب اور ج د میں، یا ع ف میں سے گزرنے والے بے شمار مستویوں میں تقسیم ہو سکتے ہیں جیسا کہ معمولی نور میں پایا جاتا ہے۔

شکل (۱۱۰)
مستوی مقطب نور

جب یہ ارتعاش ایک ہی مستوی میں محدود رہتے ہیں نور **مستوی مقطب** کہلاتا ہے۔ مستوی مقطب پنسل کے خواص ارتعاشوں کے مستوی میں کچھ ہوتے ہیں اور اس پر علی القوائم جو مستوی ہوتا ہے اس میں کچھ اور۔

دونا انعطاف۔ بہت سے شفاف قلمی مادّوں میں سے جب نور کی ایک پنسل گزرتی ہے تو پھٹ کر دو پنسلوں میں تقسیم ہوجاتی ہے جن کے انعطاف کے قواعد باہمدیگر مختلف ہیں۔ معمولی نور کی ایک شعاع سے اکثر وضعوں میں دو شعاعیں پیدا ہوتی ہیں۔ ان میں سے ایک شعاع **معمولی شعاع** کہلاتی ہے، اور دوسری **غیر معمولی**۔ دوسری شعاع غیر معمولی اس لئے کہلاتی ہے کہ انعطاف کے معمولی قواعد اس پر حاوی

نہیں ۔ کلسیت یا آئس لینڈ اسپار نامی معدنی میں اس دونے انعطاف کے خواص کا بخوبی ملاحظہ ہوسکتا ہے ۔

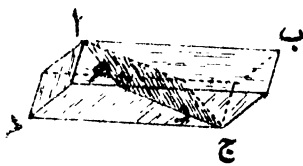
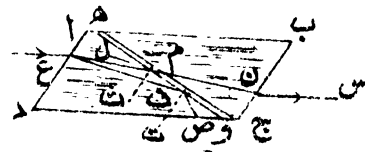
تجربہ (۳۸) کلسیت کا دونا انعطاف

کلسیت کی طبعی قلم کو اس کے طبعی تراش کی وضعوں میں چھوڑ کر ایک صاف اور شفاف کندا بناؤ اور کاغذ کے بیچ میں سیاہی سے ایک نقطہ (ش) لگا کر کندے کو اس پر رکھدو (شکل ۱۱۱) ۔ اوپر سے اگر دیکھو گے تو دو نقطے نظر آئینگے ۔ ایک نقطہ (خ م) جو معمولی انعطاف سے پیدا ہوگا، اور دوسرا (خ غ) جو غیر معمولی انعطاف کا نتیجہ ہوگا ۔ کندے کو کاغذ سے لگائے رکھ کر پھیرو ۔ دیکھو (خ غ) خیال (خ م) کے گرد پھرتا ہے ۔

شکل (۱۱۱)
کلسیت کی قلم سے دونے انعطاف کی پیدائش

واضح ہو کہ معمولی اور غیر معمولی شعاعیں دونوں مستوی مقطّب ہیں، اور معمولی شعاع کے ارتعاش جس مستوی میں واقع ہیں غیر معمولی شعاع کے ارتعاش اس کے علی القوائم مستوی میں واقع ہیں ۔

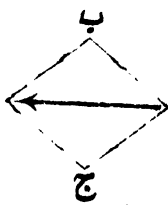
نیکول کا منشور۔ تجربہ کرتے وقت معمولی شعاع کو غیر معمولی شعاع سے علیحدہ کرنے کی ضرورت ہوتی ہے۔ بہترین طریقوں میں سے ایک طریقہ یہ ہے کہ نیکول کے منشور کے ذریعہ معمولی شعاع روک دی جائے اور صرف غیر معمولی شعاع کو باہر آنے دیا جائے۔

(ا)

(ب)

شکل (۱۱۲)
نیکول کا منشور

شکل (۱۱۲) (ا) میں کلسیت کا ایک منشور ا ب ج د طبعی تراش کی وضعوں میں کاٹا ہوا بتایا گیا ہے۔ اب اس کو ایک مستوی ہ ق پر سے، جو ا ب کے ساتھ تقریباً ۲۲° زاویہ پر مائل ہے، کاٹ کر دو حصے کر لیتے ہیں۔ پھر ان سطحوں کو مجلا کر کے کناڈا بلسان سے جوڑ لیتے ہیں۔ شکل ۱۱۲ (ب) میں ایک شعاع پر غور کرو جو منشور میں پہلو ا د سے داخل ہوتی ہے۔ اندر پہنچ کر وہ دو حصوں میں پھٹ جاتی ہے، ایک حصہ معمولی شعاع ع ف ہے اور دوسرا غیر معمولی شعاع ع ل۔ کلسیت سے کناڈا بلسان میں معمولی شعاع داخل ہونے کے لئے زاویۂ فاصل ۶۹° ۳۰' ہے۔ چونکہ زاویہ ع ف ت اس سے بڑا ہے اس لئے شعاع ع ف کلی منعکس ہو کر ف ص کی سمت چلی جاتی ہے اور بعد کو

ینکول کے منشور کے سیاہ استر میں (ف) کے پاس جذب ہوجاتی ہے۔ منشور کی تراش کا مستوی ھ و اس کے پہلو اب کے ساتھ ایسے زاویہ پر مائل ہے کہ کلسیت سے کناڈا بلسان میں غیر معمولی شعاع کے داخل ہونے کے لئے جو زاویۂ فاصل چاہئے زاویہ ع ل ف سے بڑا ہے۔ پس یہ شعاع بلسان میں منعطف ہوکر ل م کی سمت اور پھر کلسیت میں م ن کی سمت چلی جاتی ہے اس کے بعد منشور کے پہلو ب ج سے ن س کی راہ خارج ہوتی ہے۔ لہذا ینکول کے منشور سے جب شعاع نکلتی ہے تو ایک ہی مستوی میں مقطب ہوتی ہے۔

تقطیب کا مستوی۔ یہاں نور کے ارتعاشوں کی نوعیت اور ان کے مستوی پر تفصیلی بحث نامناسب ہے۔ لیکن نور کی شعاع کے ساتھ کسی ایک مستوی کو منسوب کرنا ضروری ہے۔ ینکول کے پہلو ب ج (شکل ۱۱۲) کا لمبا قطر اور خارج شعاع جس مستوی میں واقع ہوں عموماً تقطیب کا مستوی کہلاتا ہے۔

شکل (۱۱۳) میں ینکول کے منشور کا ایک سرا بتایا گیا ہے اور ایک تیر کے ذریعہ تقطیب کا مستوی۔ اس مستوی میں جو شعاع مقطب ہوتی ہے ینکول میں سے پار ہوسکتی ہے، اس لئے کہ منشور کے اعتبار سے وہ غیر معمولی شعاع ہے۔ لیکن اس مستوی پر کے علی القوائم مستوی (یعنے ب ج کے متوازی مستوی) میں جو شعاع مقطب ہوگی، معمولی شعاع ہونیکی وجہ سے خارج نہ ہوسکیگی۔

ب

ج

شکل (۱۱۳)
تقطیب کا مستوی

پس نیکول کے منشور کے ذریعہ سے نور کی قطبی تشریح ہوسکتی ہے اُس سے نہ صرف مقطب نور کی پنسل تیار کی جاسکتی ہے۔ بلکہ کسی پنسل کی تقطیب کا امتحان بھی ہوسکتا ہے۔

انعکاس نور میں بھی اکثر اشیاء کی سطحوں سے نور کا کچھ حصہ مقطب ہوتا ہے۔ شیشہ کی تختی یا میز کی مجلا سطح اگر نیکول میں سے معائنہ کی جائے، اور نیکول کو اس کے محور پر آہستہ آہستہ پھرایا جائے تو سطح کی تنویر میں فرق محسوس ہوگا۔ اس لئے کہ اس منعکس نور میں عموماً معمولی اور مقطب نور دونوں شامل ہیں مقطب نور کی تقطیب کا مستوی وقوع و انعکاس کے مستوی کے ساتھ منطبق ہے۔

فرض کرو ایک نیکول (ا) میں سے گزرنے کے بعد نور کی پنسل دوسرے نیکول (ب) میں داخل ہوتی ہے۔(ب) سے جو مقدار خارج ہوگی (ا) اور (ب) کی اضافی وضعوں پر موقوف ہوگی۔ اگر دونوں نیکولوں کے لمبے قطر متوازی ہیں تو پوری پنسل خارج ہوگی (یعنے پنسل کی حدّت میں کمی نہ ہوگی)۔ اور اگر (ب) کو پھیر کر اس کے لمبے قطر کو (ا) کے لمبے قطر کے علی القوائم رکھا جائے تو پنسل (ا) سے نکل کر (ب) میں بالکلیہ جذب ہوجائیگی۔ ایسی صورت میں کہا جاتا ہے کہ **نیکول مخالف رکھے گئے** ہیں۔ (ا) کو **تقطیب پیدا کرنے کا نیکول** کہینگے اور (ب) کو **تشریح کرنے کا نیکول**۔

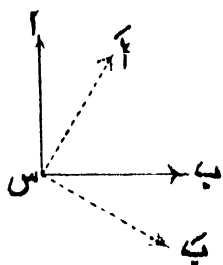
چونکہ مخالف وضعوں کے نیکول نور کی پنسل کو بالکلیہ روک دیتے ہیں اس لئے ہم اس نتیجہ پر پہنچتے ہیں کہ نور کے ارتعاش بالکلیہ عرضی ہیں۔ اگر ان کا کچھ حصہ طولی ہوتا تو

اس پر دونوں (مخالف وضع کے) نیکولوں کا اثر مشابہ ہوتا، کیونکہ ہر ایک مستوی میں جس میں پنسل واقع ہوتی ایسے ارتعاش کی خاصیتیں مساوی ہوتیں اور اس لئے نیکولوں کی وضع کے غیر تابع ہوتیں۔

تقطیب کے مستوی کی تحویل (محولانہ تقطیب)

بعض اشیاء میں سے مستوی مقطب نور کی پنسل گزرتی ہے تو تقطیب کے مستوی کی تحویل واقع ہوتی ہے۔ جب بلور کی قلم میں سے اس کے محور کے متوازی ایسے نور کی پنسل گزرتی ہے بلور کے اثر سے پنسل کے تقطیب کا مستوی قلم کی موٹائی کی مناسبت سے ایک جانب بقدر ایک معین زاویئے کے گھوم جاتا ہے۔ چنانچہ مخالف وضع کے نیکولوں کے مابین اگر بلور کی تختی جس کے متوازی پہلو محور پر علی القوائم واقع ہوں حائل رکھی جائے، تو معلوم ہوگا کہ اب پنسل پیشتر کی طرح بالکلیہ بجھ نہیں جاتی ہے۔

فرض کرو شکل (۱۱۴) میں س ا تقطیب پیدا کرنے والے نیکول کے لیئے تقطیب کا مستوی ہے، اور س ب تشریح کرنے والے نیکول کا مستوی۔ بلور کی تختی حائل کرنے سے فرض کرو تقطیب کا مستوی س اَ کی سمت میں گھوم جاتا ہے۔ پس اگر پنسل کو پورا بجھا دینا مقصود ہو تو تشریح کرنے والے نیکول

ا اَ س ب بَ

شکل (۱۱۴)
تقطیب کے مستوی کی تحویل

کو زاویہ ب س ب میں پھیرنا ہوگا جو زاویہ ۲ س ۲ کے مساوی ہے۔

زاویہ تحویل بلور کی موٹائی کے تابع ہے جس میں سے پنسل گزرتی ہے، اور نیز نور کے طولِ موج کے۔ ہمارا بیان اِس کتاب میں صرف سوڈیم کے شعلہ (طیف کے د خط) کے نور سے متعلق رہیگا۔ بلور کے لئے زاویہ تحویل فی ملی میٹر طول ۷۲ء۲۱° ہے۔ بلور کی بعض قلمیں تقطیب کے مستوی کو ایک سمت میں پھیرتی ہیں، اور بعض اس کے مخالف سمت میں۔ انگلستان میں یہ قاعدہ مروّج ہے کہ اگر شعاع کی سیدھ میں مبداء نور کی طرف دیکھنے سے تقطیب کی تحویل موافق سمتِ ساعت ہو تو اس کو دَاہنی کہتے ہیں، اور اگر مخالف سمت ساعت تو اُس کو بائیں۔

بہت سارے مائعات اور بخارات بھی تقطیب کے مستوی کو بلور کی طرح پھیر دیتے ہیں، لیکن اس کی نسبت کم مقدار میں۔ جب دو ایسے اشیاء جو علٰحدہ علٰحدہ مساوی مقدار میں، لیکن مخالف سمتوں میں محولانہ تقطیب پیدا کرسکتی ہیں، باہم ملادی جاتی ہیں (اور ان کا ایک دوسرے پر کوئی کیمیائی عمل نہیں ہے) تو آمیزہ کی محولانہ تقطیب صفر پائی جاتی ہے۔ اور بالعموم

اگر دو یا اس سے زیادہ مواد موجود ہوں تو حاصل مجموعی تحویل ان مادّوں کی منفرد تحویلوں کا جبری مجموعہ ہے، جو ہر ایک مادّے سے علیحدہ علیحدہ وقوع میں آتی جبکہ اس کی مقدار (تعداد گرام فی مکعب سنتی میٹر) وہی ہوتی جو آمیزہ میں شامل ہے۔

نوعی تحویل۔ کسی شئے سے (خواہ وہ بطور خود یا محلول کی شکل میں ہو) تقطیب کے مستوی کی جو تحویل عمل میں آتی ہے (۱) اس کے اندر سے مقطب پنسل کی راہ کے طول، اور (۲) اس شئے کی موجودہ حقیقی کثافت، کے تابع ہوتی ہے۔ اگر کثافت اکائی ہو اور پنسل شئے کے اندر ۱۰ سنتی میٹر لمبا راستہ طے کرے تو ایسی صورت میں جو تحویل پیش آئیگی **نوعی تحویل** کہلاتی ہے۔

پس کسی بھی صورت میں جو زاویہ تحویل (ذ) پیدا ہوتا ہے اس مساوات سے اس کا پتہ چلتا ہے:

$$\text{ز} = \frac{\text{ن ل ک}}{۱۰} \quad \text{یا} \quad \text{ک} = \frac{\text{۱۰ ز}}{\text{ل ک}}$$

یہاں (ن) سے مراد شئے کی نوعی تحویل ہے، (ل) پنسل کی مسافت کی لمبائی شئے کے اندر سنتی میٹروں میں، اور (ک) عامل مادے کی حقیقی کثافت گراموں میں فی مکعب سنتی میٹر ہے۔

(ک) معلوم کرنے کے لئے محلول کی کثافت (ک۱) ثقل نوعی کی بوتل کے ذریعہ دریافت کی جانی چاہئے۔ تب اگر عامل شئے کے (گ) گرام غیر عامل محلل (مثلاً پانی) کے ایک گرام میں حل ہوئے ہیں تو،

$$\text{ک} = \text{ک}_{۱} \left(\frac{\text{گ}}{۱ + \text{گ}} \right)$$

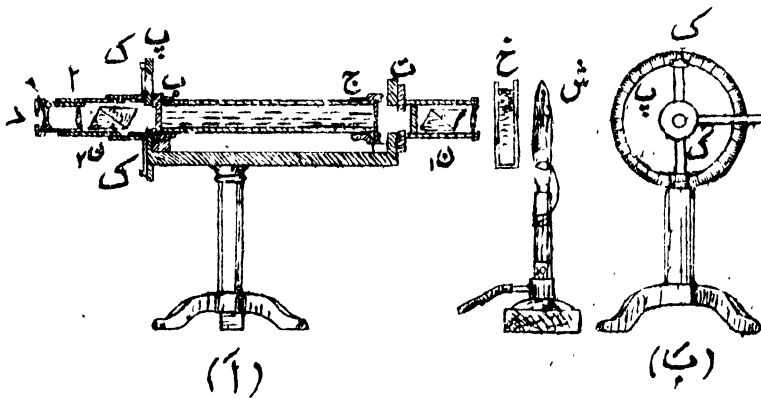
ذیل کی جدول میں چند اشیاء کی نوعی تحویل درج ہے،

(+) سے مراد دہنی تحویل ہے اور (-) سے مراد بائیں۔

شئے	محلل	نوعی تحویل	شئے	محلل	نوعی تحویل
شکر	پانی	+۶۶٫۶۷°	کونینن سلفیٹ	پانی	-۲۱۴°
ٹارٹرک ایسڈ	پانی	+۱۵٫۰۶°	نیکوٹین	خالص	-۱۶۲°
ترپنتین	خالص	-۳۷°	کافور	الغول	+۵۴٫۴°

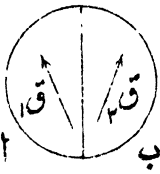
قطبیت پیما (یا شکر پیما)۔ تقلیب کے مستوی میں کسی شئے سے جو تحویل پیدا ہوتی ہے اس کی پیمائش کے لئے ایک خاص آلہ استعمال کیا جاتا ہے، جو **قطبیت پیما (یا شکر پیما)** کے نام سے مشہور ہے۔ ذیل میں **لوراں** کے بنائے ہوئے آلہ کا مختصر حال بیان ہوتا ہے۔

ملاحظہ ہو شکل (۱۵۱)۔ دوربین (ط) نیکول (ن۱) کے بازو کی تختی (ت) پر ماسکہ پر لائی جاتی ہے۔ (ن۱) کا فعل یہ ہے کہ سوڈیم کے شعلہ (س) سے نور کی جو پینسل پیدا ہوتی ہے اس کو مستوی مقطب بنائے۔ تشریح کرنے والا نیکول (ن۲) دوربین کی نلی (۲) میں ثابت ہے۔ یہ نلی اپنے محور پر گردش کرسکتی ہے اور اس کی وضع کسر پیماؤں (ک) اور ثابت دائری پیمانہ (ب) کے ذریعہ دریافت ہوتی ہے۔ (خ) شیشہ کا خانہ ہے جس میں پوٹاسیم کرومیٹ کا محلول رکھا ہوتا ہے۔ شعلہ سے جو نور آتا ہے محلول اس میں سے سب کو باستثنا، زرد خط (ط) کے نور کے جاذب کرلیتا ہے۔ پہلے دوربین میں سے دیکھ کر اور اس کی نلی کو

(جس میں تشریح کرنے والا نیکول نصب ہے) حسب ضرورت پھیر کر میدان نظر تاریک بنا دیا جاتا ہے۔ اب نیکولوں کی وضع مخالف ہوگی۔ کسرپیما پر یہ وضع پڑھ لی جاتی ہے۔ محولانہ تقطیب کے محلول کو نلی ب ج میں ڈال کر نیکولوں کے مابین ترتیب دیا جاتا ہے واضح ہو کہ نلی کے سرے شیشہ کے ہوتے ہیں اور اس کا محور نیکولوں کی سیدھ میں ہوتا ہے۔ تقطیب کے مستوی کی تحویل سے دوربین کا میدان نظر کچھ روشن ہو جاتا ہے۔ پہلے کی سی تاریکی پیدا کرنے کے لئے دوربین کی نلی کو دوبارہ پھرانا پڑتا ہے۔ اس کے بعد کسرپیما پر نیکول کی یہ نئی وضع معلوم کرلی جاتی ہے۔ دونوں وضعوں کے تفاوت سے زاویۂ تحویل دریافت ہو جاتا ہے۔ تحویل جب ۹۰° یا ۱۸۰° کے قریب پہنچتی ہے تو اس کی صحیح قیمت

شکل (۱۶۵)
لوران کا سشکرپیما

معلوم کرنے میں شبہ پیدا ہوتا ہے، اس لئے ب ج کی دو نلیاں ہوتی ہیں۔ ایک نلی ۱۰ سنتی میٹر لمبی ہوتی ہے اور دوسری ۲۰ سنتی میٹر بس واضح ہے کہ دوسری نلی سے جو تحویل ہوگی پہلی نلی کی تحویل کی دو چند ہوگی۔ اس سے پہلی تحویل کی صحیح قیمت معلوم کرلینے

میں شبہ باقی نہ رہیگا۔

محض نیکولوں کے ذریعہ نور کے بالکلیہ بجھ جانے کی وضع کا صحت کے ساتھ معلوم کرنا ممکن نہیں۔ اس لئے لوران کے آلہ میں تختی (ت) بڑھادی جاتی ہے۔ اس تختی کا آدھا حصہ (۱) شیشہ کا ہوتا ہے مقطب نور کی پنسل جب اس میں سے جاتی ہے تو اس کے تقطیب کا مستوی متغیر نہیں ہوتا۔ فرض کرو اس مستوی کی وضع (ق۱) ہے۔ شکل (۱۱۶)۔ تختی کا دوسرا آدھا حصہ (ب) بلور کی قلم کو مناسب طریقہ پر تراش کر بنایا جاتا ہے۔ اس کی موٹائی اتنی ہے کہ اس کو حائل رکھنے سے پنسل کے تقطیب کا مستوی محوّل ہوکر وضع (ق۲) اختیار کرلیتا ہے۔ اگر تشریح کرنے والے

شکل (۱۱۶)
نصف بلوریں تختی

نیکول کا لمبا قطر (ق۱) اور (ق۲) کے درمیانی زاویہ کے منصّف پر علی القوائم ہو تو میدان نظر کے دونوں نصف حصّوں کی تنویر مساوی ہے اس لئے کہ پنسل دونوں نصف حصوں میں مساوی حد تک بجھ جاتی ہے۔ آنکھ اس حالت کو نہایت باریکی کے ساتھ پہچان سکتی ہے۔ اب محلول کی نلی کو حائل رکھنے سے ق۱ اور ق۲ دونوں مساوی مقداروں میں محوّل ہوجاتے ہیں، اور میدان نظر کے ہر دو نصف حصوں کی تنویر کو دوبارہ مساوی بنانے کے لئے تشریح کرنے والے نیکول کو جس زاویہ میں گھمانے کی ضرورت ہوگی تقطیب کے مستوی کی تحویل کے برابر ہے جو محلول کی وجہ سے پیدا ہوئی۔

تجربہ (۳۹) بلور کی محولی طاقت۔

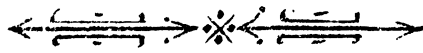
لوران کے شکر پیما کو ترتیب دو اور اس کے ذریعہ بلور کی ایک تختی

کی محولانہ تقطیب ناپو - پھر خردہ پیما پیچ یا کرویت پیما کے ذریعہ تختی کی موٹائی ناپ لو اور حساب کرکے دریافت کرو بلور کے ایک ملی میٹر سے کس قدر تحویل ہوتی ہے -

تجربہ (۴۰) - نیشکر کی نوعی تحویل -

نیشکر کے چار محلول بناؤ، جن میں شکر کا وزن تقریباً ۵، ۱۰، ۱۵ اور ۲۰ فیصد ہو - پھر تولکر ان کی صحیح فیصدی قیمت معلوم کرلو - بعد ثقل نوعی کی بوتل کے ذریعہ ہر محلول کی کثافت دریافت کرو اور اس سے ہر محلول میں شکر کی حقیقی کثافت شمار کرو - یکے بعد دیگرے ان محلولوں کو نلی میں رکھ کر لوران کے شکر پیما سے تجربہ کرکے دیکھو ان میں سے ایک ایک محلول کے ۱۰ اسم طول کی محولانہ تقطیب کیا ہے - پھر صفحہ (۲۴۸) کی مساوات سے نیشکر کی نوعی تحویلی طاقت (ان چاروں مشاہدوں سے) شمار کرو اور ان کی اوسط قیمت نکالو -

جن محلولوں میں محولانہ تقطیب پیدا کرنے والی ایک شئے موجود ہوتی ہے قطبیت پیما سے ان کی تشریح ہوسکتی ہے، جیسا کہ نیشکر کے محلول میں نیشکر کی مقدار دریافت ہوتی ہے اس کے ذریعہ علاوہ بریں، ایسی چیزو نیجے سالموں کی بناوٹ میں تفاوت دریافت ہوسکتے ہیں جو کیمیائی تشریح سے بالکل متماثل معلوم ہوتی ہیں - مثلاً اس کی مدد سے بلور کی دو ایسی قسمیں دریافت ہوئی ہیں جن کی قلمیں تقطیب نور کو سیدھے یا بائیں جانب پھیر دیتی ہیں (صفحہ ۲۳۷)- حالانکہ اور امور کے لحاظ سے ان میں کچھ بھی فرق نہیں پایا جاتا ہے - اسی طرح انگوری شکر (ڈکسٹروس یعنے دہنی شکر) کی کیمیائی ترکیب لیوولوس (بھتی شکر) کے مشابہ ہے، فرق صرف یہی ہے کہ ایک کا محلول مقطب نور کے مستوی کو سیدھے طرف

پھیر دیتا ہے اور دوسرے کا بائیں طرف۔

دسویں باب کی مشقیں

(۱) "مستوی مقطب نور" اور "تقطیب کے مستوی کی تحویل" کی اصطلاحوں سے کیا مفہوم ہے؟
یہ کس طرح بتایا جاسکتا ہے کہ مختلف اقسام کی شکروں کے مناظری خواص کہ مقطب نور کی اشاعت سے متعلق مختلف ہیں؟ [ل۔ ی۔]

(۲)۔ کوئی تجربہ بیان کرو جس سے ثابت ہو کہ بعض اشیاء میں دونا انعطاف ہوتا ہے۔

(۳) نیکول کے منشور کی تصریح کرو۔ نور کی کوئی پنسل مستوی مقطب ہے کہ نہیں، نیکول کے منشور سے اس کا کیونکر امتحان ہوسکتا ہے بیان کرو۔

(۴)۔ کسی ایسے تجربہ کی صراحت کرو جس سے یہ نتیجہ نکلے کہ بعض چیزوں سے نور کے تقطیب کا مستوی محوّل ہو جاتا ہے۔ بلور (یا گار کی قلم) کے ایک ملی میتر سے کس قدر تحویل پیدا ہوتی ہے تم کیونکر اس کی تعیین کروگے؟

(۵)۔ ایسے قطبیت پیما کی تصریح کرو جو شکر کی نوعی تحویلی طاقت کی تعیین میں کام آسکے۔

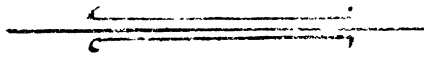
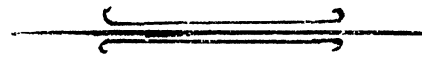
(۶)۔ نوعی تحویل کی تعریف کرو۔ اگر کسی شئے کے ۲۰ گرام ۶۰ گرام پانی میں حل کئے جائیں اور محلول کی کثافت ۱ء۲۱ اگرام

فی مکعب سنٹی میٹر دریافت ہو۔ اور اس محلول کا ۲۰ سم طول مقطب نور کے مستوی میں °۳۵ تحویل پیدا کرے تو بتاؤ اس شئے کی اضافی تحویل کیا ہے۔

(۷)۔ اگر شکر کی نوعی تحویل دی جائے تو اس کے ذریعہ شکر کے محلول کی طاقت تم کیسے دریافت کروگے سمجھاؤ۔

(۸)۔ مستوی مقطب نور کی پنسل تیار کرنے کا کوئی طریقہ بیان کرو۔ پنسل آیا بالکلیہ مقطب ہوئی یا نہیں اس کی تعیین کیونکر کروگے۔

(۹)۔ نور کی تقطیب سے کیا مراد ہے؟
مستوی مقطب نور کی پیدائش کا کوئی طریقہ بیان کرو۔ اور بتاؤ اس تقطیب سے ایتھر کے ارتعاشوں کی نسبت کیا رائے قائم کی جاسکتی ہے۔ [ل۔ی۔]

(۱۰)۔ "مستوی مقطب" نور سے کیا مراد ہے؟ اس کی پیدائش کیونکر ہوسکتی ہے؟
ایسے نور کے ساتھ شکر کے محلول کی کیا خاصیت متعلق ہے، مفصل بیان کرو۔ [ل۔ی]

نور کی رفتار

رومر (۱۶۷۵ء)۔ نور کی رفتار اس قدر تیز ہے کہ جب تک انتہا درجہ کی احتیاط سے کام نہ لیا جائے، زمین کے کسی مقام سے نکل کر نور کو کسی دوسرے مقام تک پہنچنے میں ذرا بھی دیر لگتے ہوئے معلوم نہیں ہوتا۔ رومر نامی ہیئت دان مشتری کے گرد اس کے ایک قمر کی گردش کا حساب مشاہدہ کر رہا تھا تو قمر کی مدت دوران کے متعلق اس کو کچھ ایسے اختلافات معلوم ہوئے جن کا وہ ابتداءً کوئی سبب نہ بتا سکا۔ جب زمین اور مشتری آفتاب کے ایک ہی جانب، ز، اور م، پر (شکل ۱۱۷) واقع تھے تو قمر (ق،) کی مدت دوران تقریباً $42\frac{1}{2}$ گھنٹے مشاہدہ ہوتی تھی۔ اور اگر مشاہدوں میں بہت زیادہ وقفہ نہ ہوتا تھا تو قمر (ق،) مشتری کے سایہ میں حساب کے مطابق مقررہ اوقات میں داخل ہوتا ہوا نظر آتا تھا۔ یعنے خسوف کا مشاہدہ حسابی اوقات کے مطابق ہوتا تھا۔ لیکن اگر مشاہدوں میں کئی ہفتوں کا وقفہ

گزر جاتا تو خسوف حسابی اوقات مقررہ سے کچھ دیر بعد مشاہدہ ہوتے یہ تاخیر تقریباً چھ مہینے تک بڑھتی جاتی تھی اس کے بعد ایک خسوف کے مشاہدہ سے دوسرے خسوف کے مشاہدہ تک جو مدت دریافت ہوتی تھی حسابی مدت سے کم پائی جاتی تھی۔ تقریباً چھ مہینہ تک

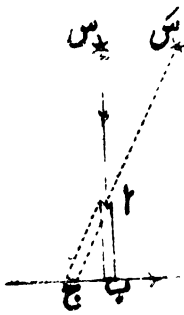
شکل (۱۱۷)
مشتری کے قمر کے خسوف سے نور کی رفتار کی تعیین

ان وقفوں میں بتدریج گھٹاؤ ہوکر پھر خسوف کا مشاہدہ حسابی اوقات مقررہ کے مطابق ہونے لگا۔

بعد کو رومر نے اس کی یہ وجہ قرار دی کہ نور کو مدار زمین کی مسافت طے کرنے کے لئے کچھ وقت چاہئے۔ تقریباً چھ مہینہ کے عرصہ میں زمین مقام (ز۱) سے ہٹ کر (ز۲) پر پہنچ جاتی ہے اور چونکہ آفتاب کے گرد مشتری کے گھومنے کی مدت زمین کی مدت کے قریب قریب ۱۲ گنی ہے اس چھ مہینے کے عرصہ میں مشتری صرف (م۲) پر آتا ہے۔ ایسی صورت میں زمین کا فاصلہ روز بروز مشتری سے بڑھتا جاتا ہے اس لئے خسوف کے اوقات میں تاخیر بھی بڑھتی جاتی ہے۔ اس چھ مہینے میں تقریباً ½۱۶ منٹ یا ۹۹۰ ثانیے کی تاخیر مشاہدہ ہوئی جو نور کو (ز۱) اور (ز۲) کے درمیانی مزید فاصلے کے طے کرنے میں صرف ہوئی۔ پس اگر زمین کا فاصلہ آفتاب سے ۹۳۰۰۰۰۰۰ میل مانا جائے

تو نور کی رفتار خلاء میں $\frac{۲ \times ۹۳۰۰۰۰۰۰}{۹۹۰}$ یعنے تقریباً ۱۹۰۰۰۰ میل

فی ثانیہ یا $۳٫۰۳ \times ۱۰^{۱۰}$ سنتی میٹر فی ثانیہ نکل آتی ہے۔

بریڈلی (۱۷۲۷ء عیسوی) ثوابت کے مقاموں کا سال بھر
میں مختلف اوقات مشاہدہ کرنے سے بریڈلی کو معلوم ہوا کہ انکا ظاہری
مقام حقیقی مقام سے ہمیشہ خفیف سا، مشاہدہ کے وقت زمین کی
مداری حرکت کی سمت میں ہٹا ہوا ہوتا ہے۔ اس کا سبب یہ ہے کہ
ادہر زمین اپنے مدار میں حرکت کئے جاتی ہے اور ادہر ستارہ سے نور
مدار زمین کی طرف حرکت کرتا ہے۔ جس سے زمین اور ستارہ کے نور
میں اضافی حرکت پیدا ہوتی ہے۔ فرض کرو زمین اپنے مدار میں بمقام
(ب) واقع ہے۔ اگر ستارہ (س) کا نور زمین کی طرف سمت
س ۲ ب میں آرہا ہے اور زمین ساکن ہے تو ستارہ کو دیکھنے کے لئے
مشاہدہ کرنے والے کو اپنی دوربین سمت ب ۲ میں رکھنا پڑیگا۔ لیکن
اگر ستارہ کا نور دوربین سے گزرنے
کی مدت میں (یعنے فاصلہ ۲ ب
طے کرنے کی مدت میں) زمین اپنے
مدار میں (ج) سے (ب) تک
حرکت کرے تو ستارہ کے معائنہ
کے لئے دوربین کو بقدر زاویہ
ج ۲ ب نور کی راہ پر سامنے کی
طرف مائل رکھنا پڑے گا۔ اور
ستارہ ج ۲ س کی سمت میں
دکھائی دیگا۔

شکل (۱۱۸)
نور کی ضلالت

چونکہ جتنی مدت میں نور فاصلہ ۲ ب طے کرتا ہے اس میں

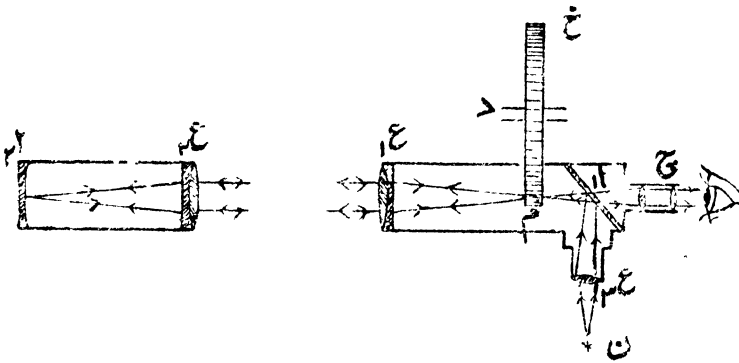
زمین فاصلہ $\overline{\text{ج ب}}$ طے کرتی ہے، $\frac{\text{ج ب}}{\text{۲ ب}} = \frac{\text{زمین کی رفتار مدار میں}}{\text{نور کی رفتار}} =$ مس
$\angle$ ج ۲ ب، جبکہ زمین نور کی راہ پر علی القوائم حرکت کرتی ہے۔
پس مدار زمین کے قطب پر جو ستارہ واقع ہے اپنے اوسط (حقیقی) مقام کے گرد، سال بھر کی مدت میں، بظاہر ایک چھوٹے سے دائرہ میں حرکت کرتا ہوا نظر آتا ہے۔ زاویہ $\angle$ ج ۲ ب یا $\angle$ س ۲ سَ کی قیمت ۲۰٫۴۵ ثانیہ ہے۔ اگر زمین کی اوسط رفتار مدار میں ۳۰۵۵۷ میٹر فی ثانیہ لی جائے اور مس $\angle$ ۲۰٫۴۵″ کی قیمت ۰٫۰۰۰۱۰۰۳ لکھی جائے تو

$$\text{مس} \angle \text{۲۰٫۴۵}'' = \text{۰٫۰۰۰۱۰۰۳} = \frac{\text{۳۰۵۵۷}}{\text{رفتار نور}}$$

یعنے رفتار نور = $\text{۳٫۰۴۷} \times \text{۱۰}^{\text{۸}}$ میٹر یا $\text{۳٫۰۴۷} \times \text{۱۰}^{\text{۱۰}}$ سنتی میٹر برآمد ہوتی ہے۔

فِظُو (سنہ ۱۸۴۹ء)۔ زمین ہی پر ایک مقام سے دوسرے مقام تک نور کی حرکت کی مدت دریافت کرکے اس کی رفتار دریافت کرنے میں سب سے پہلے جو شخص کامیاب ہوا وہ فِظُو تھا۔ اس کے تجربہ کی کیفیت شکل (۱۱۹) کے معائنہ سے ظاہر ہوسکتی ہے۔ مبداء نور (ن) کی شعاعیں عدسہ (ع۲) میں سے گزرکر مستدق ہوتی ہوئی ایک ماسکہ کی طرف جاتی ہیں۔ چونکہ ان کی راہ میں ایک سادہ آئینہ کی تختی حائل ہوتی ہے اس لئے نور کا بہت سا حصہ منعکس ہوکر مقام (م) پر ماسکہ پر آتا ہے۔ (م) عدسہ (ع۱) کا اصلی ماسکہ بھی ہے، پس اس عدسہ سے نکل کر شعاعیں متوازی بن جاتی ہیں پھر ۸٫۶۳۳ کیلو میٹر فاصلہ طے کرکے یہ متوازی پنسل عدسہ (ع۴) میں داخل ہوتی ہے اور بعد انعطاف مقعر آئینہ (۲۲) کی سطح پر

ماسکہ پر آتی ہے۔ اس آئینہ کا مرکز انحناء عدسہ (ع۲) پر واقع ہے اس لیئے پنسل آئینہ سے منعکس ہو کر جس راستے آئی تھی اسی راستے واپس لوٹتی ہے۔ اس کا کچھ حصہ سادہ آئینہ (ز۱) میں سے گزر کر چشمہ (چ) میں سے ہوتے ہوئے مشاہدہ کرنے والے کی آنکھ میں داخل ہوتا ہے۔

خ م ایک دندانہ دار چرخ ہے جو دستی (د) پر تیزی کیساتھ پھرایا جاسکتا ہے۔ چرخ کی وضع ایسی واقع ہوئی ہے کہ اس کے دندانے اور دندانوں کے بیچ کے کھلے حصے عدسہ (ع۱) کے اصلی ماسکہ (م) میں سے گزرتے ہیں۔ جب وہاں دو دندانوں کے بیچ کا کھلا حصہ موجود ہوتا ہے تو نور کی شعاعیں عدسہ (ع۱) میں سے لوٹنے کے بعد اس کھلے حصہ میں ماسکہ پر آتی ہیں اور آنکھ کو مبداء کا ایک منور خیال دکھائی دیتا ہے۔ اگر اس مقام پر کوئی دندانہ

شکل (۱۱۹)
فشو کے تجربہ سے رفتار نور کی تعیین

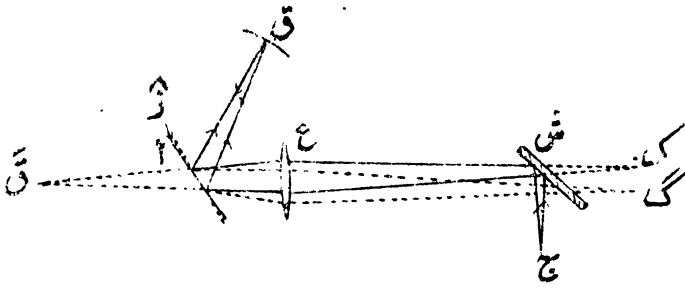
پہنچ جاتا ہے تو نور کے رک جانے سے کوئی منور خیال نہیں دکھائی دیتا جب چرخ کو گھماتے ہیں اور (م) بعد سے فی ثانیہ چرخ کے ۱۰

زیادہ کھلے حصے نہیں گزرتے تو آنکھ کو ایک مسلسل تیز تنویر نظر آتی ہے۔ لیکن اگر گردش تیز کردی جائے یہاں تک کہ (م) سے (۲) تک جاکر واپس آنے تک چرخ بقدر دو متصل دندانوں کے مرکزوں کے نصف فاصلہ کے گھوم جائے تو دندانوں کے کسی کھلے حصہ میں سے جو نور گزر جاتا ہے واپسی میں اس کے متصل کے دندانہ سے رک جاتا ہے، اس لئے مشاہدہ کرنے والے کو خیال نظر نہیں آتا۔ فِضّو کے تجربہ میں چرخ کے دندانوں کی تعداد ۷۲۰ تھی اور جب اس کی رفتار ۱۲٫۶ چکر فی ثانیہ ہوئی تو خیال نظر سے غائب ہوگیا۔ پس (م) سے (۲) تک کے دوچند فاصلہ کی مسافت طے کرنے میں نور کو $\frac{1}{۲ \times ۷۲۰ \times ۱۲٫۶}$ ثانیہ مدت گزری۔ لہٰذا اس تجربہ کے بموجب نور کی رفتار ۲ × ۸٫۶۳۳ × ۲ × ۷۲۰ × ۱۲٫۶ = ۳۱۳ × ۱۰^۵ کیلو میٹر فی ثانیہ یا ۳٫۱۳ × ۱۰^۱۰ سنتی میٹر فی ثانیہ برآمد ہوتی ہے۔

اگر چرخ کی رفتار متذکرہ بالا رفتار کی دوچند ہو تو دو دندانوں کے بیچ کی خالی جگہ میں سے گزرنے کے بعد نور پھر اس کے متصل کی خالی جگہ میں سے واپس لوٹے گا، اس لئے خیال منوّر نظر آئیگا۔ سہ چند رفتار ہو تو نور پھر رک جائیگا اور خیال غائب ہوجائیگا اس طرح اور رفتاروں کے نتیجے بھی ظاہر ہیں۔

کورنو ۱۸۷۴ء اور ۱۸۷۸ء فِضّو کے مجوزہ طریقہ پر لیکن آلات کو بہتر ترتیب دیکر اور نیز مشاہدہ کے مقام سے منعکس آئینہ کو ۲۳ کیلو میٹر دور رکھ کر کورنو نے تجربہ کیا تو نور کی رفتار ۳٫۰۰۴ × ۱۰^۱۰ سنتی میٹر فی ثانیہ برآمد ہوئی۔

فوکو ۱۸۵۰ء۔ تحویلی آئینہ کے ذریعہ سے نور کی رفتار کی

تعیین فِنْشو اور فوکو دونوں نے تجویز کی لیکن تجربہ فوکو کے ہاتھ سے عمل میں آیا۔ شکل (۱۲۰) میں بتایا گیا ہے کہ منوّر جھری (ج) سے نور کی شعاعیں نکل کر سادہ مستوی شیشہ (س) سے ٹکراتی ہیں۔ عدسہ (ع) ان کو بہ مقام (قَ) ماسکہ پر لاتا جس سے وہاں جھری کا حقیقی خیال پیدا ہوتا۔ لیکن مستوی آئینہ (۱) بیچ میں حائل ہونے سے شعاعیں مقعر آئینہ (ق) پر جمع ہوتی ہیں۔ اس مقعر آئینہ کا مرکز انحناء آئینہ (۱) پر واقع ہے۔ اس لئے اس سے شعاعیں منعکس ہوکر جس راستے آئی تھیں اسی راستے واپس جاتی ہیں اور بالآخر جھری کا خیال بمقام (ک) تیار ہوتا ہے۔ اگر آئینہ (۱) کو اس قدر جلد گھمائیں کہ نور (۱) سے نکل کر (ق) تک جائے اور پھر (۱)

شکل (۱۲۰)
فوکو کے تجربہ سے رفتار نور کی تعیین

تک واپس لوٹ آنے کی مدت میں (۱) ایک قابل لحاظ زاویہ (ذ) میں گھوم جاتا ہے تو اب آئینہ (۱) سے منعکس ہونے کے بعد نور کی سمت اس کی سابقہ سمت کے ساتھ زاویہ (۲ذ) پر مائل ہوتی ہے اور جھری کا حقیقی خیال بمقام (گ) تیار ہوتا ہے۔ فاصلے ۱ق اور ک گ کو ناپ لینے سے نور کی رفتار شمار ہوسکتی ہے۔ فرض کرو ۱ق فاصلہ (ف) ہے اور ک گ کا طول (ل) تو نور ۲ ق کا

دوہرا فاصلہ طے کرنے کے لئے $\frac{۲ف}{س}$ وقت صرف ہوتا ہے۔ اور اگر
آئینہ فی ثانیہ (ن) مرتبہ گردش کرتا ہے تو اس کی زاویئی رفتار ۲ π ن
نیم قطریان فی ثانیہ ہوتی ہے۔ زاویہ ($\hat{ز}$) میں گھومنے کے لئے آئینہ
کو $\frac{ز}{۲\pi ن}$ ثانیہ چاہئے۔ پس

$$\frac{۲ف}{س} = \frac{ز}{۲\pi ن}$$

$$\text{یا} \quad س = \frac{۴\pi ن ف}{ز}$$

معہذا اگر ع ک یعنے عدسہ سے خیال تک کا فاصلہ (ص۱)
تصور کیا جائے، اور ع آ یعنے عدسہ سے تحویلی آئینہ تک
کا فاصلہ (ص۲) تو عدسہ کے زوجی ماسکوں کے خواص سے

$$\frac{ل}{ص_۱} = \frac{۲ف \hat{ز}}{ص_۲ + ف}$$

$$\text{پس} \quad \hat{ز} = \frac{ل(ص_۲ + ف)}{۲ف ص_۱}$$

$$س = \frac{۸ف^۲ \pi ن ص_۱}{ل(ص_۲ + ف)}$$

فوکو کے تجربہ میں فاصلہ (ف) ۲۰ میٹر تھا، اور ل = ۰٫۷ ملی میٹر
ن، ص۱، اور ص۲ کی قیمتیں درج کرنے کے بعد اس مساوات سے
نور کی رفتار $۲٫۹۸ \times ۱۰^{۱۰}$ سنتی میٹر فی ثانیہ نکل آتی ہے۔
اس کے بعد آئینوں (۲) اور (ق) کے درمیان نور کے راستہ
میں ایک نلی پانی سے بھر کر رکھی گئی اور تجربہ کیا گیا تو معلوم
ہوا پانی کے اندر نور کی جو رفتار ہوتی ہے ہوا کے اندر کی رفتار

سے کم ہے۔

مائکلسن (۱۸۷۹ء اور ۱۸۸۲ء)۔ مائکلسن نے اس تحویلی آئینہ کے تجربہ میں مزید اصلاحیں کیں۔ چنانچہ منجملہ اور امور کے تحویلی اور ثابت آئینوں کا درمیانی فاصلہ ۶۰۰ میٹر لیا گیا۔ اس کی آخری قیمت نور کی رفتار کے لئے ۲٫۹۹۸ × ۱۰^۱۰ سنتی میٹر فی ثانیہ ہے۔

پس ان تجربوں سے ظاہر ہوتا ہے کہ نور کی رفتار ۳٫۰۰۰ × ۱۰^۱۰ سنتی میٹر فی ثانیہ سے کچھ ہی متغائر ہے۔

گیارہویں باب کی مشقیں

---

(۱)۔ کوئی ایسا طریقہ بیان کرو جس سے نور کی رفتار کی تعیین ہوئی ہے۔ [ل۔ ی۔]

(۲)۔ مشتری کے دوسرے چاند کے خسوف کو مشاہدہ کرکے نور کی رفتار کس طرح تعیین ہوسکتی ہے، بیان کرو۔

دو متصل خسوفوں میں اعظم اور اقل وقفے (۴۲ ساعت ۲۸ دقیقہ ۵۶ ثانیہ) اور ۴۲ ساعت ۲۸ دقیقہ ۲۸ ثانیہ) ہیں اور مدار زمین کا نصف قطر ۹ کروڑ ۲۷ لاکھ میل ہے۔ بتاؤ نور کی رفتار فی ثانیہ کتنے میل ہے۔ [ل۔ ی۔]

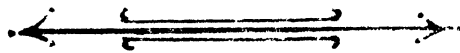
(۳)۔ زمین کی رفتار کے ذریعہ سے نور کی رفتار دریافت کرنے کا کوئی طریقہ بیان کرو۔

(۴)۔ فزو نے رفتار نور کی تعیین کے لئے جو تجربہ کیا تھا

بیان کرو۔

(۵)۔ راست تجربہ سے کس طرح ثابت کیا گیا کہ پانی میں بہ نسبت ہوا کے، نور کی رفتار زیادہ تیز ہے؟

(۶)۔ فرض کرو فزو کے سے تجربہ میں چرخ کے ۶۰۰ دندانے ہیں اور دونوں مقاموں میں فاصلہ ۱۵ کیلو میٹر ہے۔ چرخ کی گردش فی ثانیہ کیا ہونی چاہئے تاکہ نور دو دندانوں کے بیچ کی کھلی جگہ میں سے گزر کر واپس آتے وقت اس کے متصل کے دندانہ سے روک دیا جائے؟ (نور کی رفتار = ۳۰۰ × ۱۰^۱۰ سنتی میٹر فی ثانیہ)

(۷)۔ ایک گھومتے ہوئے آئینہ سے نکل کر نور کی پنسل ۷۵۰ میٹر فاصلہ طے کرتی ہے۔ وہاں سے (مناسب مناظری آلات کی ترتیب سے) ٹھیک اُسی راستے لوٹ آتی ہے جدھر سے وہ روانہ ہوئی تھی۔ اور اس گھومتے ہوئے آئینہ سے دوبارہ منعکس ہوکر سابقہ راستہ کی سمت کیساتھ بقدر ایک منٹ زاویہ بناتی ہے۔ آئینہ فی ثانیہ کتنے بار گھومتا ہے حساب کرکے دریافت کرو۔

پہلا باب

صفحہ (۱)

(۴) انگشتری نما (۵) ۲٫۶ انچ (۶) ۳٫۳۳ سم ۱۰٫۶۶ سم (۸) ۵٫۶ سم

دوسرا باب

صفحہ (۱۵)

(۴) برق کے مصارف گیس کے دو چند ہونگے (۵) ۲۰۱٫۶ بتی طاقت
(۶) ۳۲ بتی طاقت کے لیمپ ۵۸٫۶ سم دور (۷) پر دیکھیے دوسرا جواب ۱٫۴۱۴ فٹ پر
(۸) ۸۱ " " (۹) ۲ فٹ (۱۰) ۱۱٫۴۲ فی صد
(۱۱) ۱۶۴ بتی طاقت۔

تیسرا باب

صفحہ (۴۳)

(۴) ۲ فٹ ۱۰ انچ (۶) °۶۰ (۸) °۵۵
(۱۲) انحراف = ن × ۲ - ۲ (ع۱ + ع۲ + ع۳ + ...)
(۱۳) °۷۰ پر مائل دو آئینے۔ (۱۴) °۲۷۰

چوتھا باب

صفحہ (۵۷)

(۲) ۴٫۹ سم (۵) + ۴٫۵۱ سم ؛ ۲۸٫۴ سم - معکوس
(۷) (ا) + ۱۰۰ سم ؛ ۱۰ سم قطر ؛ معکوس - (ب) - ۶۰ سم ؛ ۱۰ سم قطر ؛ سیدھا -
(۸) ۲۵ سم ؛ معکوس ؛ + ۲۲٫۵ سم
(۹) سلاخ کا فاصلہ + ۴۵ سم ؛ خیال کا فاصلہ + ۲۲٫۵ سم ؛ معکوس -
(۱۰) (ا) + ۲۷ سم ؛ (ب) + ۱۳٫۵ سم
(۱۱) + ۳۳٫۵ انچ ؛ ۰٫۶۶۷ انچ (۱۳) + ۱۱٫۱۱ سم
(۱۴) آخری خیال ۶ سم محدب آئینہ کے پیچھے ؛ ۶ سم لمبا اور معکوس -
(۱۵) ایک انعکاس سے بنا ہوا خیال مستوی آئینہ کے ۱۴ سم پیچھے اور دو انعکاسوں سے بنا ہوا خیال ۳۸ سم پیچھے - ص = ۷۰ سم

پانچواں باب

صفحہ (۸۲)

(۳) ط̂ = ۲۸° ۸′ (۴) تقریباً ۵٫۴ فٹ
(۸) ۱٫۴۶۷ (۹) ط̂۱ = ۱۳° ۱۱′ ؛ ط̂۲ = ۳۶° ۴۹′ ؛ ق̂۲ = ۴۶°
(۱۱) ۳۸° ۴۱′ (۱۳) ۱٫۶۶۷ سم

چھٹا باب

صفحہ (۱۰۹)

(۱۱) ۲٫۸ انچ ؛ معکوس ؛ عدسہ سے ۹٫۱۱ - انچ

(۵) محور پر، عدسہ کے اُس جانب جو شخص کے مخالف ہے، سرعدسہ کے مخالف جانب کیا ہوا، ۳۳ء۳ سم لمبا ؛ عدسہ سے سر- ۲۰ سم -
(۶) نزدیک کے عدسہ سے شخص کا فاصلہ ۲م سے زائد ہونا چاہئے -
(۷) ۴ سم ؛ ۴ سم ، معکوس -
(۸) ص = ۶ء۶ انچ ، - ۳ یا - ۱ء۵ انچ (۹) - ۲۰ سم -
(۱۰) خ = ۲۸ سم دور دوسرے عدسہ سے، خیال حقیقی، معکوس اور ۲ء۳ سم اونچا
(۱۱) - ۶۰ سم (۱۳) لاتناہی ، لاتناہی
(۱۳) خیال معکوس اور مجازی ، شخص سے قد میں دوچند ؛ ۶ انچ والے عدسہ سے + ۶ انچ
(۱۴) کرہ کی سطح سے ۶۸ء۵ سم ، شخص میں سے گزرنے والے نصف قطر پر -
(۱۵) خیال مجازی ؛ شخص عدسہ سے + ۵ سم پر -
(۱۶) مجازی خیال ، سیدھا ؛ شخص عدسہ سے + ۶۶۷ء۲ انچ پر، حقیقی خیال، معکوس ، شخص عدسہ سے ۳۳ء۵ + انچ -
(۱۷) - ۱۰ سم ، - ۶۶۷ء۶ سم -

ساتواں باب

صفحہ (۱۴۰)

(۲) + ۱۸ء۸ انچ ماسکی طول (۵) ۲
(۶) - ۱۵ء۲۲ انچ ″ (۸) + ۱۰۰ سم ماسکی طول ، ۸ء۷ سم
(۹) + ۱ء۰۶۷ سم ؛ ۸۹ (۱۰) - ۶ء۹ انچ
(۱۱) + ۳ء۷۵ سم ؛ ۴ (۱۳) ۶
(۱۴) عدسوں کا درمیانی فاصلہ ۲۰ سم ، ۴
(۱۵) (۱) ۱۵ ، ۳۲ انچ ، (۲) ۱۷ء۵ ؛ ۳۱ء۷۱ انچ
(۱۶) - ۱۱ء۶ انچ ماسکی طول (۱۷) - ۲۳ء۳۳ ماسکی طول

آٹھواں باب

صفحہ (۱۷۸)

(۷) ۲،۱°　　　(۸) ح = (ھر - ۱) ۲̂

(۱۳) + ۱۶۰،۷ سم؛ - ۱۴۰،۵ سم　(۱۴) ∞، ۱۱۱،۴ سم؛ ۶۴،۳۷ سم

دسواں باب

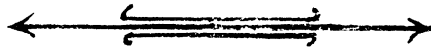
صفحہ (۲۳۰)

(۶) ۶۵،۱°

گیارہواں باب

صفحہ (۲۴۵)

(۲) ۲۰۱۶۰۰ میل فی ثانیہ　　　(۶) ۸،۳۳۳ چکر فی ثانیہ

(۷) ۹،۲۶ چکر فی ثانیہ

اصطلاحات نور (برائے بی۔اے)

A

Aberration	ضلالت
Abney (Sir W.)	سر ولیم ایبنی
Absorption spectrum	جذبی طیف
Accommodation	توفیق
Achromatic	بے رنگ۔ رنگ سے پاک
Actinic	کیمیائی
Analysing nicol	تشریح کرنیوالا نیکول
Annallatic	انلیٹک
Annular eclipse	حلقہ نما کسوف
Aperture	سہوہ
Apex	راس
Aplanatic	غیر مضل
Aqueous humour	رطوبت جلیدیہ
Artificial horizon	مصنوعی افق
Astronomical telescope	فلکی دوربین

B

Band	پٹی
Barr and Stroud	بار اور سٹراوڈ
Becquerel	بیکول
Bradley	بریڈلی

Bunsen	بنسن

C

Calcite	کلسیٹ
Calcium fluoride	کیلسیم فلوارائیڈ
Canada balsam	کناڈا بلساں
Candle-metre	بتّی۔میتر
Carcel lamp	کارسل کا چراغ
Caustic curve	آتشی خط
Chromosphere	لونی کرہ
Ciliary	خملدار
Cinematograph	سیناٹوگراف
Colour-blindness	رنگ کی نابینائی
Colour-photograph	رنگین عکس
Colour-top	رنگین لٹو
Colour vision	رنگ کی رویت
Complementary Colour	اتمامی رنگ
Concave	مقعر
Condensing lens	مکثف عدسہ
Conjugate	زوجی
Contact	تماس
Continuous spectrum	مسلسل طیف
Convex	محدّب
Cornea	قرنیہ
Cornu	کورنو

Critical angle	زاویہ فاصل
Crossed nicols	مخالف یا آڑے نیکول
Crystalline lens	عدسہ بلوریں
Curve	منحنی

D

Deviation	انحراف
Dimensions	ابعاد
Dioptre	بصریہ
Direct vision spectroscope	راست رویت کا طیف نما
Dispersion	انتشار
Dispersive power	انتشاری طاقت
Double refraction	دونا یا دوہیلا انعطاف

E

Eclipse	کسوف، خسوف
Eosin	ایوزین
Erythrosin	ایریتھروزین
Extra-ordinary ray	غیر معمولی شعاع
Eye-lens	عدسہ چشم
Eye-piece	چشمہ

F

Fizeau	فِزو
Fleming (*Prof.*)	پروفیسر فلیمنگ

Fluoresetnce	عارضی تزہیر
Fluor spar	فلوار سپار
Fluting	فلوٹنگ
Focus	ماسکہ
Formula	ضابطہ
Foucault	فوکو
Fraunhofer	فراؤن ہوفر
Fuchsin	فوشین

G

Greesespot photometer	داغدار ضیا پیما

H

Harcourt pentane lamp	ھارکورٹ والا پنٹین کا چراغ
Hefner lamp	ھفنر والا چراغ
Helium	ہلیم
Homogeneous	متجانس
Huygens	ھوئیگنز
Hypermetropia	درازنظری

I

Iceland spar	الئس لینڈ سپار
Illuminating power	طاقت تنویر
Immersion objective	غرقی دہانہ
Incandescent wire	دہکتا ہوا تار
Infra-red	پائین سرخ

Intensity of illumination	تنویر کی حدت
International C. P.	بین الاقوامی ب ط
Iris	پردہ عنبیہ
Isochromatic	متساوی اللون

J

Jupiter	مشتری

K

Kinemacolor	کینماکلر (رنگین سینما)

L

Laurent	لوران
Left-handed rotation	بھتی تحویل
Line spectrum	خطی طیف
Lummer-Brodhun	لمربروڈھون

M

Magnifying power	طاقت تکبیر
Microscope	خردبین
Michelson	مائکلسن
Muscle	عضلہ
Myopia	کوتاہ نظری

N

Nicol's prism	نیکول کا مستور

O

Object glass or objective	دہانہ یا عدسہ شخص
Optical disc	مناظری قرص
Optical lantern	مناظری قندیل

Optic nerve	عصبہ مجوفہ
Ordinary ray	معمولی شعاع
Orthochromatic	متناسب اللّون

P

Paint	رنگسازی کا سامان
Panchromatic	مستوعب اللّون
Parabolic mirrors	مکافی آئینے
Pentane	پنٹین
Penumbra	ضل مشوب
Periscope	اطراف بین
Phosphorescence	تزّہر
Phosphoroscope	تزّہر نما
Photometer	ضیا پیما
Photosphere	ضیائی کرہ
Pinacyanol	پیناسائیانول
Pigment	رنگسازی کا ملوّنا
Plane polarisation	مستوی تقطیب
Polorising nicol	تقطیب کرنیوالا نیکول
Presbyopia	طاقت توفیق کا نقص
Primary	اوّلی
Prismatic reflector	منشوری عاکس
Prism binocular	منشوری دوچشمی دوربین
Propagation	اشاعت
Pulfrich	پلفرش

Q

Quadrant	ربع
Quartz	گارکا پتھر

R

Rodiation	اشعاع
Ramsden	رہیسڈن
Range-finder	حدگیر
Refractometer	انعطاف نما
Retina	پردہ شبکیہ
Right-handed ratation	دہنی تحویل
Romer	رومر
Rotation	تحویل
Rotatory polarisation	محولانہ تقطیب
Rubidium	روبیڈیم
Rumford	رمفورڈ

S

Saccarimeter	شکرپیما
Satellite	تابع - قمر
Sclerotic	پردہ ملتحمہ (صلبیہ)
Secondary	ثانوی
Sextant	آلہ سدس۔ سدس انعکاسی
Sodium	سوڈیم
Source	مبداء
Specific rotation	نوعی تحویل
Spectrometer	طیف پیما

Spectroscope	طیف نما
Standard	معیار
Surveying telescope	پیمائش کی دُوربین

T

Thallium	تھیلیم
Thermopile	حر برقی انبار
Total eclipse	کسوف کامل
Total reflection	انعکاس کُلّی
Translucent	نیم شفاف
Transparent	شفاف

U

Ultra violet	بالائے بنفشی
Umbra	ظل محض

V

Vertical	انتصابی
Violet	بنفشئی
Virtual	مجازی
Visible	مرئی

Y

Young-Helmholtz theory	ینگ و ہلم ہولٹس کا نظریہ

اغلاط نامہ نور

صفحہ	سطر	بجائے	پڑھا جائے
۲	۷	وغیرہ ہیں	وغیرہ شامل ہیں
〃	۱۶	بھی	ہی
۴	۱۰	وسیع مقدار میں ہوتی ہے	مؤثر وسیع سطحیں ہوتی ہیں
۶			شکل (۴) میں دو سیدھے متوازی جو خط کھینچے گئے ہیں اُن کے اوپر بالترتیب سیدھے جانب سے ب اور ا حروف لکھے جائیں ۔
۷	۱۲	نالیں	مثالیں
۱۰	۲۱	نیم	نیم
۱۳	۱۲	آتے	آتی
۱۴	۷	ثقبے	ثقبہ
〃	۸	〃	〃
۱۶	۱۸	ان	اس
۱۷	۵	کے تنویر کی	کی تنویر کی
۲۸	۱	کمرے کا	کمرے کی
〃	۱۶	اباعد	ابعاد
۳۲	۱۰	تنویر کی	تنویر کے
۳۴			شکل (۱۲) میں خط د ھ کے وسطی مقام پر حرف ب لکھا جائے ۔

صفحہ	سطر	بجائے	پڑھا جائے
۳۵	۱۵	ایک جہری (ل)	جہری (ل)
۳۹	۱۱	تار	تاؤ
۴۴	۱۳	(انعکاس	انعکاس
"	۱۶	کہا جاتا	کہلاتا
۴۶	آخری سطر	لفظ "وغیرہ" کے بعد جو عبارت ہے وہ شکل (۲۰) سے متعلق ہے۔ اس سطر سے متعلق نہیں۔	
۴۸	۱	زاویۂ	زاویہ
"	۲۱	(عہ - عہَ)	(عہ + عہَ)
۵۲	۸	پارہ	پارا
۵۷	۸	ایک پنسل	پنسل
۶۵	۲	مساوات ذیل	وہ مساوات ذیل
۶۵	۱۳	$\frac{۲}{خ} + \frac{۲}{ش}$	$\frac{۱}{خ} + \frac{۱}{ش}$
"	۱۵	$\frac{۲}{ش}$	$\frac{۱}{ش}$
۶۷	۲	ہوتا ہے	ہوتا
۷۲	۱۳	مقعر ہے (ب)	مقعر اور (ب)
۷۳	۹	ایک مقعر آئینہ	مقعر آئینہ
"	۱۰	ایک چمٹی	چمٹی
"	۱۴	محولہ	محور
"	آخری	جھولے	چھولے
۷۴	شکل (۳۳) کے نیچے کی عبارت	ایک مقعر آئینہ	مقعر آئینہ

صفحہ	سطر	بجائے	پڑھا جائے
۷۵	۱۲	موقعہ	محل
۷۶	۱۹	اَب	آ ب
۷۸	۶	نور کے	نور کی
"	۱۶	موسع	وسیع
"	۱۹	ایک مقعر آئینے سے	مقعر آئینہ سے
۷۹	۱۲	ایک مقعر آئینہ	مقعر آئینہ
"	۱۳	" خیال	خیال
۸۳	۲۱	سطح سے	اس سطح سے
۸۴	۷	یوروپین	یورپ کی
۸۷	۴	حادی ہوتی ہے	حادی ہے
۹۰	۱۰	ایک جدول	جدول
۹۱		شکل (۱۴) نقطہ دار خط ب د کے نیچے کے سرے پر حرف ۲ لکھا جائے۔	
۹۳	۸	جب ط̂	جب ط̂
"	۱۵	ط = ؤ̂	ط = ؤ̂
۹۶	۱۳	ایک کاغذ	کاغذ
۱۰۳	آخری	فلی	فلکی
۱۰۶	۱	۳۲	۳۲
۱۱۰	۹	مدفق	مدقق
۱۱۱	۸	تیں عدسہ	تین عدسے
"	۹	"	"
"		شکل کے نیچے "شکل (۵۲)" لکھا جائے۔	

صفحہ	سطر	بجائے	پڑھا جائے
۱۱۴	۲	قلم	قلمیں
"	۴	ناؤ	تاؤ
۱۱۵	۷	ہوتیں	ہوتی
۱۱۶	۳	جب ∠ھ ج د / جب ∠س ج ۲	جب ∠ھ ج د / جب ∠س ج ۱ = م
۱۱۷	۱	کیے گئے	لئے گئے
۱۱۸	۲	ص = ۲۴	ص = - ۲۴
۱۲۵	۱۱	انقلاب سمت	انقلاب سمت
۱۲۶	۶	ہونگی	ہونگی
۱۲۸	۱۲	پہلے	پہلی
۱۲۹	۲	طلیبی	صلیبی
۱۳۱	۱۳	۱/م + ۱/م۲	۱/م۱ + ۱/م۲
۱۳۳	۱۷	پہلے	پہلی
۱۳۴	۱۵	بدہی	بدیہی
۱۳۵	۸	طول طول	طول
"	۹	۲۰ بصریوں	۲ بصریوں
"	سوال (۱)	ترسیمی عمل	ترسیمی عمل
۱۳۶	۱۴	اُس کا	کہ اُس کا
"	آخری	ہوگا اگر	ہوگا - اگر
۱۳۷	۱۹	مستدق	مستدق
۱۳۸	۱۶	ہو - جب	ہو جب
۱۴۰	۵	آلے	آلہ

صفحہ	سطر	بجائے	پڑھا جائے
۱۴۱	۵	فرعمہ	فرغمہ
"	۱۹	آلے	آلہ
۱۴۲	۱	ہدتا	ہوتا
"	۲	$\frac{۴}{۲۴}$	$\frac{۴}{۶۴}$
۱۴۴	شکل (۴۷) میں ب کے نیچے حرف ۲ لکھا جائے۔		
۱۴۶	۱۶	شبلسہ	شبکیہ
۱۴۷	۲	تشخص	تشخّص
۱۵۰	۱۹	شئے	شے
۱۵۴	۱	ہوگی۔ اس	ہوگی اس
"	۷	ہوتی ہے	ہوتی ہے
۱۵۶	۹	اس کی نلی	خردبین کی نلی
۱۶۱	۱۳	(۱،۲)	(۱،۲)
"	آخری	ہوئے	ہوتے
۱۶۷	۱۰	ایک اطراف بین	اطراف بین
۱۶۹	۵	رینیج	رینچ
۱۷۰	۱	جب لاتنا ہی	جب چیز لاتنا ہی
۱۷۱	۱۳	تغنیر	تغیر
۱۷۲	۸	وابستہ ہوتی ہیں	وابستہ ہوتی ہیں
۱۷۴	۶	دینے	کرنے
۱۸۱	۵	بہی	بھی
"	۱۸	متشا گلاً	متشاکلاً

صفحہ	سطر	بجائے	پڑھا جائے
۱۸۲	۱	جب ے (۱+ج)	جب ے ½ (۱+ج)
۱۸۴			شکل (۹۴) میں ع سے جو عمود خط ۱ب پر بنایا گیا ہے اس خط کو نقطہ د پر منقطع کرتا ہے۔
۱۸۷	۱	جسنی	بنسنی
۱۹۰			شکل (۹۸) میں پردے کو ج سے تعبیر کیا جائے۔
"	۱۳	زاوئیہ	زاویہ
۱۹۱	۱۵	ترتیب دیتی	تیار کرتی
۱۹۴	۹	(م۲ - ۱)۲	(م۲ - ۱)۲
"	۱۱	،	واضح ہو کہ
"	۱۴	½ (م۱ - م س)	½ (م۱ + م س)
۱۹۵	٦	چاہئیے	چاہئیں
۱۹٦	۵ اور ٦	پنسلیں ٹھیک مساوی مقداریں منتقل نہیں ہوتی ہیں۔	پنسلوں کا ہٹاؤ ٹھیک مساوی نہیں ہوتا ہے۔
۲۰۲	۱٦	کونی ضلالت	لونی ضلالت
۲۰۴	۵	رنگس	رنگین
"	٦	متعقر	مقعر
۲۰۵	۱۲	رکھا جائے	رکھی جائے
۲۰٦	۲۱	سب چھوٹی	سب سے چھوٹی

صفحہ	سطر	بجائے	پڑھا جائے
۲۰۸	۵	نظر آئینگے	نظر نہ آئینگے
۲۰۹	شکل (۱۰۶) میں	بجائے زرد	سُرخ لکھا جائے
″	۱۴	سبز اور آسمانی	ایک سبز اور ایک آسمانی
۲۱۰	۹	شہاہت	شباہت
۲۱۴	آخری	کی ایک	کے ایک
۲۱۶	″	سے (ل)	سے تین (ل)
۲۱۷	۲۳	نقش	نقشی
″	آخری	کا سے	سے
۲۱۹	۱۷	لگتا	لگتی
۲۲۱	۱۳	اطراف کا کر	اطراف کا کرہ
″	۱۵	گیہوں	گیسوں
″	۱۹	وڈیم	سوڈیم
″	۲۱	تھجی	تہجی
۲۲۲	۱۹	ایوزسیں	ایوزیں
۲۲۳	۱۳	لے	کے
″	۱۸	وصع	وضع
۲۲۴	۷	سیل اساری کا	سیل اسپار کا
″	۱۰	سوڈیم کے بخارسے آفتاب کے نور میں	آفتاب کے نور سے سوڈیم کے بخار میں
″	۱۳	موقوف ہوجاتا ہے	موقوف ہوتا ہے
″	۱۵	تک نور	تک اپنے نور
″	۱۸	بنفشی	بنفشی
۲۲۶	۱۲	میں	میں ان کی

صفحہ	سطر	بجائے	پڑھا جائے
۲۲۷	سوال (۲)	رنگ کا باعث	رنگ کا سبب
۲۳۱	۱۶	دونا انعطاف	دونا یا دُوہیلا انعطاف
۲۳۹	۴	نیوٹیں	نیکوٹین
”	۱۳	(س)	(ش)
”	۱۵	ثابت	تابت
۲۴۰	۳	یہ	پر
”	۸	پڑتا	پڑتا
۲۴۱	۲۳	محولی	محوّلی
۲۴۲	سوال (۵)	قطبیت پیما	قطبیت پیما
۲۴۵	۱۱	قمر (ق)	قمر (ق)
۲۴۶	۲	تاسیر	تاخیر
۲۵۱	۳	(س)	(ش)
۲۵۲	۳	نیم قطریان	نیم قطریاں
۲۵۵	۵	برق	برق